

**SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI HÀ NỘI**  
**TRƯỜNG TRUNG CẤP CÔNG NGHỆ VÀ DU LỊCH HÀ NỘI**

---



**GIÁO TRÌNH**  
**MÔN ĐƠN: ĐIỆN TỬ CƠ BẢN**  
**NGHỀ: CÔNG NGHỆ KT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  
**TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CNDL ngày tháng năm 2023  
của Hiệu trưởng Trường Trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội)*

**Hà Nội, năm 2023**

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

## LỜI GIỚI THIỆU

Môn học “Điện tử cơ bản” là một trong những môn học thực hành được biên soạn dựa trên chương trình khung và chương trình chi tiết do trường Trung cấp Công nghệ và Du lịch Hà Nội ban hành dành cho hệ trung cấp ngành điện công nghiệp và dân dụng.

Giáo trình được biên soạn làm tài liệu học tập, giảng dạy nên giáo trình đã được xây dựng ở mức độ đơn giản và dễ hiểu, trong mỗi bài đều có các bài tập áp dụng để học sinh sinh viên thực hành, luyện tập kỹ năng nghề.

Khi biên soạn, tác giả đã dựa trên kinh nghiệm giảng dạy, tham khảo đồng nghiệp và tham khảo ở nhiều giáo trình hiện đang lưu hành để phù hợp với nội dung chương trình đào tạo, phù hợp với mục tiêu đào tạo và các nội dung thực hành được biên soạn gắn với yêu cầu thực tế.

Nội dung của môn học gồm có 5 chương:

Chương 1: Các khái niệm cơ bản

Chương 2: Linh kiện thụ động

Chương 3: Linh kiện bán dẫn

Chương 4: Các Mạch khuếch đại dùng tranzito

Chương 5: Các mạch ứng dụng dùng BJT

Giáo trình cũng là tài liệu học tập, giảng dạy và tham khảo tốt cho các ngành thuộc lĩnh vực điện dân dụng, vận hành nhà máy thủy điện và các ngành gắn với ngành điện công nghiệp. Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung cập nhật các kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức lý thuyết đã học phù hợp với kỹ năng.

Trong quá trình biên soạn giáo trình, không tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của bạn đọc, để ngày một hoàn thiện hơn.

*Hà Nội, ngày.....tháng.....năm 2023*

**Ban Biên soạn**

**Khoa KT Điện - Công nghệ**



## MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU .....	III
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC .....	1
BÀI 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN .....	3
1. MỤC TIÊU.....	3
2.NỘI DUNG CHÍNH.....	3
2.1. Vật dẫn điện và cách điện.....	3
2.2. CÁC HẠT MANG ĐIỆN VÀ DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG .....	5
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP .....	8
BÀI 2: LINH KIỆN THỤ ĐỘNG .....	10
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI.....	10
2. NỘI DUNG BÀI.....	10
2.2. Tụ điện.....	17
2.3. Cuộn cảm .....	23
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP .....	29
BÀI 3: LINH KIỆN BÁN DẪN .....	34
1. MỤC TIÊU CỦA BÀI .....	34
2. NỘI DUNG BÀI.....	34
2.1. Khái niệm chất bán dẫn .....	34
2.2. Tiếp giáp P-N; điôt tiếp mặt. ....	37
2.3. Cấu tạo, phân loại và các ứng dụng cơ bản của điôt. ....	41
2.4. Tranzito BJT.....	47
2.5. Tranzito trường.....	52
2.6. Diac - SCR - Triac.....	59
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP .....	66
BÀI 4: CÁC MẠCH KHUYẾT ĐẠI DÙNG TRANZITO.....	69
GIỚI THIỆU.....	69
1. MỤC TIÊU BÀI HỌC .....	69
2. NỘI DUNG BÀI .....	69
2.1. Mạch khuếch đại đơn.....	69
2.2. Mạch ghép phức hợp. ....	75
2.3. Mạch khuếch đại công suất .....	80
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP .....	88

BÀI 5: CÁC MẠCH ỨNG DỤNG DÙNG BJT MÃ BÀI: 05 .....	89
GIỚI THIỆU .....	89
1. MỤC TIÊU BÀI HỌC .....	89
2. NỘI DUNG BÀI .....	89
2.1. Mạch dao động. ....	89
2.2. Mạch xén. ....	92
2.3. Mạch ổn áp .....	98
2.4. Kiểm tra định kỳ .....	101
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	102

# GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

**Tên môn học: Điện tử cơ bản**

**Mã môn học: MH07**

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:**

- Vị trí: Môn học này có ý nghĩa bổ trợ các kiến thức cần thiết về lĩnh vực điện tử cho học sinh ngành điện; làm cơ sở để tiếp thu các môn học, mô đun khác.

- Tính chất: Mô đun có thể học song song với môn Mạch điện.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Với sự phát triển và hoàn thiện không ngừng của thiết bị điện trên mọi lĩnh vực đời sống xã hội, mạch điện tử trở thành một thành phần không thể thiếu được trong các thiết bị điện, công dụng chính của nó là để điều khiển khống chế các thiết bị điện, thay thế một số khí cụ điện có độ nhạy cao.

Nhằm mục đích gọn hoá các thiết bị điện, giảm tiêu hao năng lượng trên thiết bị, tăng độ nhạy làm việc, tăng tuổi thọ của thiết bị ...

**Mục tiêu của môn học:**

- Về kiến thức:

+ Giải thích, phân tích cấu tạo nguyên lý các linh kiện điện tử thông dụng.

+ Nhận dạng chính xác ký hiệu của từng linh kiện, đọc chính xác trị số của chúng.

+ Phân tích nguyên lý một số mạch ứng dụng cơ bản của tranzito như: mạch khuếch đại, dao động, mạch xén...

- Về kỹ năng:

+ Xác định chính xác sơ đồ chân linh kiện, lắp ráp, cân chỉnh một số mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật và an toàn

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm

+ Rèn luyện tính cẩn thận, bảo quản tốt dụng cụ và nghiêm túc trong công việc và đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

**Nội dung của môn học/mô đun:**

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

STT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra*

1	Chương 1: Các khái niệm cơ bản 1.Vật dẫn điện và cách điện. 2.Các hạt mang điện và dòng điện trong các môi trường.	4	2	2	
2	Chương 2 : Linh kiện thụ động 1.Điện trở. 2.Tụ điện. 3.Cuộn cảm.	6	3	3	
3	Chương 3: Linh kiện bán dẫn 1.Khái niệm chất bán dẫn 2.Tiếp giáp P-N; điôt tiếp mặt. 3.Cấu tạo, phân loại và các ứng dụng cơ bản của điôt. 4.Tranzito BJT. 5.Tranzito trường. 6.Diac - SCR - Triac.	16	4	12	
4	Chương 4: Các Mạch khuếch đại dùng tranzito 1.Mạch khuếch đại đơn. 2.Mạch ghép phức hợp. 3.Mạch khuếch đại công suất	7	3	4	
5	Chương 5 : Các mạch ứng dụng dùng BJT 1.Mạch dao động. 2.Mạch xén. 3.Mạch ổn áp 4.Kiểm tra định kỳ	12	3	8	<b>1</b>
	<b>Cộng:</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>1</b>

\* Ghi chú: Thời gian kiểm tra được tích hợp giữa lý thuyết với thực hành và được tính vào giờ thực hành.

2. Nội dung chi tiết:



# BÀI 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mã bài: 01

## Giới thiệu:

Nền tảng cơ sở của hệ thống điện nói chung và điện kỹ thuật nói riêng xoay quanh vấn đề dẫn điện, cách điện của vật chất gọi là vật liệu điện. Do đó hiểu được bản chất của vật liệu điện, vấn đề dẫn điện và cách điện của vật liệu, linh kiện là một nội dung không thể thiếu được trong kiến thức của người thợ điện, điện tử. Đó chính là nội dung của bài học này.

## 1. Mục tiêu:

Đánh giá/xác định tính dẫn điện trên mạch điện, linh kiện phù hợp theo yêu cầu kỹ thuật.

Phát biểu tính chất, điều kiện làm việc của dòng điện trên các linh kiện điện tử khác theo nội dung bài đã học.

Tính toán điện trở, dòng điện, điện áp trên các mạch điện một chiều theo điều kiện cho trước.

## 2. Nội dung chính:

### 2.1. Vật dẫn điện và cách điện.

#### 2.1.1. Vật dẫn điện và cách điện.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản, đặc tính về vật dẫn điện, vật cách điện.
- Trình bày được điện trở cách điện của linh kiện điện tử, của mạch điện tử và thông số ghi trên thân linh kiện điện tử

*2.1.1.1. Vật dẫn điện và cách điện: Trong kỹ thuật người ta chia vật liệu thành hai loại chính:*

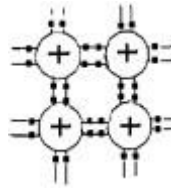
Vật cho phép dòng điện đi qua gọi là vật dẫn điện

Vật không cho phép dòng điện đi qua gọi là vật cách điện

Tuy nhiên khái niệm này chỉ mang tính tương đối. Chúng phụ thuộc vào cấu tạo vật chất, các điều kiện bên ngoài tác động lên vật chất

Về cấu tạo: Vật chất được cấu tạo từ các phần tử nhỏ nhất gọi là nguyên tử.

Nguyên tử được cấu tạo gồm hạt nhân (gồm proton là hạt mang điện tích dương (+), neutron là hạt không mang điện) và lớp vỏ của nguyên tử (là các electron mang điện tích âm e--). Vật chất được cấu tạo từ mối liên kết giữa các nguyên tử với nhau tạo thành tính bền vững của vật chất. (hình1-1)



Hình 1-1. Cấu trúc mạng liên kết nguyên tử của vật chất

Các liên kết tạo cho lớp vỏ ngoài cùng có số lượng proton bằng số lượng electron, với trạng thái đó nguyên tử mang tính bền vững và được gọi là trung hoà về điện. Các chất loại này không có tính dẫn điện, gọi là chất cách điện. Các liên kết tạo cho lớp vỏ ngoài cùng có số lượng proton khác số lượng electron thì trở thành ion, chúng dễ cho và nhận điện tử, các chất này gọi là chất dẫn điện

Về nhiệt độ môi trường: Trong điều kiện nhiệt độ bình thường ( $< 25^{\circ}\text{C}$ ) các nguyên tử liên kết bền vững. Khi tăng nhiệt độ, động năng trung bình của các nguyên tử gia tăng làm các liên kết yếu dần, một số  $e^-$  thoát khỏi liên kết trở thành  $e^-$  tự do, lúc này nếu có điện trường ngoài tác động vào, vật chất có khả năng dẫn điện.

Về điện trường ngoài: Trên bề mặt vật chất, khi đặt một điện trường hai bên chúng sẽ xuất hiện một lực điện trường  $E$ . Các  $e^-$  sẽ chịu tác động của lực điện trường này, nếu lực điện trường đủ lớn, các  $e^-$  sẽ chuyển động ngược chiều điện trường, tạo thành dòng điện. Độ lớn của lực điện trường phụ thuộc vào hiệu điện thế giữa hai điểm đặt và độ dày của vật dẫn.

Tóm lại: Sự dẫn điện hay cách điện của vật chất phụ thuộc nhiều vào các yếu tố:

Cấu tạo nguyên tử của vật chất

Nhiệt độ của môi trường làm việc

Hiệu điện thế giữa hai điểm đặt lên vật chất

Độ dày của vật chất

Vật dẫn điện: vật liệu dẫn điện là vật chất ở trạng thái bình thường có khả năng dẫn điện. Nói cách khác, là chất ở trạng thái bình thường có sẵn các điện tích tự do để tạo thành dòng điện.

### 2.1.2. Điện trở cách điện của linh kiện và mạch điện tử.

Điện trở cách điện của linh kiện là điện áp lớn nhất cho phép đặt trên linh kiện mà linh kiện không bị đánh thủng (phóng điện).

Các linh kiện có giá trị điện áp ghi trên thân linh kiện kèm theo các đại lượng đặc trưng.

Ví dụ: Tụ điện được ghi trên thân như sau:  $47\mu / 25\text{vV}$ , có nghĩa là giá trị điện dung của tụ là  $47\mu$  và điện áp lớn nhất có thể chịu đựng được không quá  $25\text{v}$ .

Các linh kiện không ghi giá trị điện áp trên thân thường có tác dụng cho dòng điện một chiều (DC) và xoay chiều (AC) đi qua nên điện áp đánh thủng có

tương quan với dòng điện nên thường được ghi bằng công suất.

Ví dụ: Điện trở được ghi trên thân như sau:  $100\Omega / 2W$  Có nghĩa là giá trị là

$100\Omega$  và công suất chịu đựng trên điện trở là  $2W$  Các linh kiện bán dẫn do các thông số kỹ thuật rất nhiều và kích thước lại nhỏ nên các thông số kỹ thuật được ghi trong bảng tra mà không ghi trên thân nên muốn xác định điện trở cách điện cần phải tra bảng.

Điện trở cách điện của mạch điện là điện áp lớn nhất cho phép giữa hai mạch dẫn đặt gần nhau mà không xảy ra hiện tượng phóng điện, hay dẫn điện. Trong thực tế khi thiết kế mạch điện có điện áp càng cao thì khoảng cách giữa các mạch điện càng lớn. Trong sửa chữa thường không quan tâm đến yếu tố này tuy nhiên khi mạch điện bị ẩm ướt, bị bụi ẩm... thì cần quan tâm đến yếu tố này để tránh tình trạng mạch bị dẫn điện do yếu tố môi trường.

## **2.2. Các hạt mang điện và dòng điện trong các môi trường.**

Mục tiêu:

Trình bày được nội dung các hạt mang điện và dòng điện trong các môi trường

### *2.2.1. Dòng điện trong kim loại.*

Do kim loại ở thể rắn cấu trúc mạng tinh thể bền vững nên các nguyên tử kim loại liên kết bền vững, chỉ có các electron tự do.

Khi có điện trường ngoài tác động các electron chuyển động dưới tác dụng của lực điện trường để tạo thành dòng điện.

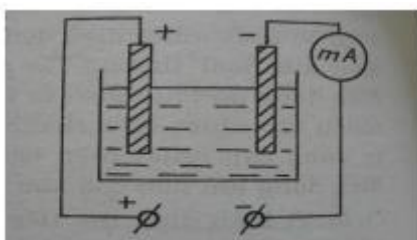
Vậy: Dòng điện trong kim loại là dòng chuyển động có hướng của các electron dưới tác dụng của điện trường ngoài.

Trong kỹ thuật điện người ta quy ước chiều của dòng điện là chiều chuyển động của các hạt mang điện dương nên dòng điện trong kim loại thực tế ngược với chiều của dòng điện quy ước.

### *2.2.2. Dòng điện trong chất lỏng, chất điện phân.*

Chất điện phân là chất ở dạng dung dịch có khả năng dẫn điện được gọi là chất điện phân. Trong thực tế chất điện phân thường là các dung dịch muối, axit, bazơ. Khi ở dạng dung dịch (hoà tan vào nước) chúng dễ dàng tách ra thành các ion trái dấu. Ví dụ: Phân tử  $NaCl$  khi hoà tan trong nước chúng tách ra thành  $Na^+$  và  $Cl^-$  riêng rẽ. Quá trình này gọi là sự phân li của phân tử hoà tan trong dung dịch.

Khi không có điện trường ngoài các ion chuyển động hỗn loạn trong dung dịch gọi là chuyển động nhiệt tự do. Khi có điện trường một chiều ngoài bằng cách cho hai điện cực vào trong bình điện phân các ion chịu tác dụng của lực điện chuyển động có hướng tạo thành dòng điện hình thành nên dòng điện trong chất điện phân. Sơ đồ mô tả hoạt động được trình bày ở (hình 1-2).



Hình 1-2. Dòng điện trong chất điện phân

Các ion<sup>+</sup> chuyển động cùng chiều điện trường về cực âm, các ion chuyển động ngược chiều điện trường về cực dương và bám vào bản cực. Lợi dụng tính chất này của chất điện phân mà trong thực tế người ta dùng để mạ kim loại, đúc kim loại.

Vậy: Dòng điện trong chất điện phân là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương và âm dưới tác dụng của điện trường ngoài.

### 2.2.3. Dòng điện trong chân không.

Chân không là môi trường hoàn toàn không có nguyên tử khí hoặc phân tử khí có nghĩa áp suất không khí trong môi trường = 0 at (at : atmôphe là đơn vị đo lường của áp suất). Trong thực tế không thể tạo ra được môi trường chân không lí tưởng. Môi trường chân không thực tế có áp suất khoảng 0,001 at, lúc này số lượng nguyên tử, phân tử khí trong môi trường còn rất ít có thể chuyển động tự do trong môi trường mà không xảy ra sự va chạm lẫn nhau. Để tạo ra được môi trường này trong thực tế người ta hút chân không của một bình kín nào đó, bên trong đặt sẵn hai bản cực gọi là Anod và katot.

Khi đặt một điện áp bất kì vào hai cực thì không có dòng điện đi qua vì môi trường chân không là môi trường cách điện lí tưởng.

Khi sưởi nóng catot bằng một nguồn điện bên ngoài thì trên bề mặt catot xuất hiện các ebuc xạ từ catot.

Khi đặt một điện áp một chiều (DC) tương đối lớn khoảng vài trăm volt vào hai cực của bình chân không. Với điện áp âm đặt vào Anod và điện áp Dương đặt vào catot thì không xuất hiện dòng điện.

Khi đổi chiều đặt điện áp; Dương đặt vào Anod và Âm đặt vào catot thì xuất hiện dòng điện đi qua môi trường chân không trong bình. Ta nói đã có dòng điện trong môi trường chân không đó là các e<sup>-</sup> bức xạ từ catot di chuyển ngược chiều điện trường về Anod.

Vậy: Dòng điện trong môi trường chân không là dòng chuyển dời có hướng của các e<sup>-</sup> dưới tác dụng của điện trường ngoài.

Trong kĩ thuật, dòng điện trong chân không được ứng dụng để chế tạo ra các đèn điện tử chân không, hiện nay với sự xuất hiện cả linh kiện bán dẫn đèn điện tử chân không trở nên lạc hậu do công kênh dễ vỡ khi rung sóc và đập, tổn hao công suất lớn, điện áp làm việc cao. Tuy nhiên trong một số mạch điện có công suất cực lớn, tổng trở làm việc cao, hay cần được phát sáng trong qua trình làm việc thì vẫn phải dùng đèn điện tử chân không. Như đèn hình, đèn công suất.

#### 2.2.4. Dòng điện trong chất bán dẫn.

Chất bán dẫn là chất nằm giữa chất cách điện và chất dẫn điện, cấu trúc nguyên tử có bốn điện tử ở lớp ngoài cùng nên dễ liên kết với nhau tạo thành cấu trúc bền vững. Đồng thời cũng dễ phá vỡ dưới tác dụng nhiệt để tạo thành các hạt mang điện.

Khi bị phá vỡ các mối liên kết, chúng trở thành các hạt mang điện dương do thiếu điện tử ở lớp ngoài cùng gọi là lỗ trống. Các điện tử ở lớp vỏ dễ dàng bứt khỏi nguyên tử để trở thành các điện tử tự do.

Khi đặt điện trường ngoài lên chất bán dẫn các e- chuyển động ngược chiều điện trường, Các lỗ trống chuyển động cùng chiều điện trường để tạo thành dòng điện trong chất bán dẫn.

Vậy: Dòng điện trong chất bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các e và các lỗ trống dưới tác dụng của điện trường ngoài.

Chất bán dẫn được trình bày ở trên được gọi là chất bán dẫn thuần không được ứng dụng trong kỹ thuật vì phải có các điều kiện kèm theo như nhiệt độ điện áp... khi chế tạo linh kiện. Trong thực tế để chế tạo linh kiện bán dẫn người ta dùng chất bán dẫn pha thêm các chất khác gọi là tạp chất để tạo thành chất bán dẫn loại P và loại N

Chất bán dẫn loại P là chất bán dẫn mà dòng điện chủ yếu trong chất bán dẫn là các lỗ trống nhờ chúng được pha thêm vào các chất có 3 e ở lớp ngoài cùng nên chúng thiếu điện tử trong mỗi liên kết hoá trị tạo thành lỗ trống trong cấu trúc tinh thể.

Chất bán dẫn loại N là chất bán dẫn mà dòng điện chủ yếu là các e- nhờ được pha thêm các tạp chất có 5 e- ở lớp ngoài cùng nên chúng thừa điện tử trong mỗi liên kết hoá trị trong cấu trúc tinh thể để tạo thành chất bán dẫn loại N có dòng điện đi qua là các e- .

Linh kiện bán dẫn trong kỹ thuật được cấu tạo từ các mối liên kết P, N như Diốt, tran zitor... được gọi là các linh kiện đơn hay linh kiện rời rạc, các linh kiện bán dẫn được chế tạo kết hợp với nhau và với các linh kiện khác để thực hiện hoàn chỉnh một chức năng nào đó và được đóng kín thành một khối được gọi là mạch tổ hợp (IC: Integrated Circuits). Các IC được sử dụng trong các mạch tín hiệu biến đổi liên tục gọi là IC tương tự, các IC sử dụng trong các mạch điện tử số được gọi là IC số. Trong kỹ thuật hiện nay ngoài cách phân chia IC tương tự và IC số người ta còn phân chia IC theo hai nhóm chính là IC hàn xuyên lỗ và IC hàn bề mặt SMD: Surface Mount Device, Chúng khác nhau về kích thước và nhiệt độ chịu đựng trên linh kiện. Xu hướng phát triển của kỹ thuật điện tử là không ngừng chế tạo ra các linh kiện mới, mạch điện mới trong đó chủ yếu là công nghệ chế tạo linh kiện mà nền tảng là công nghệ bán dẫn.

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách bôi đen

vào ô vuông thích hợp?

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Thể nào là vật dẫn điện? a. Vật có khả năng cho dòng điện đi qua. b. Vật có các hạt mang điện tự do. c. Vật có cấu trúc mạng tinh thể d. Cả a,b.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Thể nào là vật cách điện? a. Vật không có hạt mang điện tự do. b. Vật không cho dòng điện đi qua. c. Vật ở trạng thái trung hoà về điện. d. Cả ba yếu tố trên	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Các yếu tố nào ảnh hưởng đến tính dẫn điện của vật chất? a. Cấu tạo b. Nhiệt độ c. Điện trường ngoài d. Cả ba yếu tố trên	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Dựa vào tính chất cấu tạo cho biết chất nào có khả năng				

	dẫn điện tốt nhất? a. Nhôm b. Đồng c. Bạc Vàng d. Sắt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Dựa vào tính chất cấu tạo cho biết chất nào có khả năng cách điện tốt nhất? a. Không khí. b. Thủy tinh. c. Gôm. d. Mi ca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Các hạt nào là hạt mang điện? a. ion <sup>+</sup> b. e <sup>-</sup> c. on <sup>-</sup> d. Cả ba hạt nêu trên	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Dòng điện trong chất điện phân là dòng của loại hạt mang điện nào? a. e <sup>-</sup> b. ion <sup>+</sup> c. ion <sup>-</sup> d. Gồm b và c.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Dòng điện trong chất khí là dòng của các hạt mang điện nào? a. e <sup>-</sup> b. ion <sup>+</sup> c. ion <sup>-</sup> d. Cả a,b,c.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Dòng điện trong kim loại là dòng của hạt mang điện nào? a. e <sup>-</sup> b. ion <sup>+</sup> c. ion <sup>-</sup> d. Gồm a,b,c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Trong chất bán dẫn dòng điện di chuyển là dòng của hạt mang điện nào? a. e <sup>-</sup> b. ion <sup>+</sup> c. on <sup>-</sup> d. lỗ trống	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## BÀI 2: LINH KIỆN THỤ ĐỘNG

Mã bài: 02

### Giới thiệu:

Các mạch điện tử được tạo nên từ sự kết nối các linh kiện điện tử với nhau bao gồm hai loại linh kiện chính là linh kiện thụ động và linh kiện tích cực trong đó phần lớn là các linh kiện thụ động. Do đó muốn phân tích nguyên lý hoạt động, thiết kế mạch, kiểm tra trong sửa chữa cần phải hiểu rõ cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các linh kiện điện tử, trong đó trước hết là các linh kiện điện tử thụ động.

### 1. Mục tiêu của bài:

- Phân biệt điện trở, tụ điện, cuộn cảm với các linh kiện khác theo các đặc tính của linh kiện.
- Phân tích đúng trị số điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra chất lượng điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo giá trị của linh kiện.
- Thay thế/thay tương đương điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.

### 2. Nội dung bài:

#### 2.1. Điện trở.

Mục tiêu:

- Đọc đúng trị số điện trở theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra được chất lượng điện trở theo giá trị của linh kiện.
- Thay thế, thay tương đương điện trở theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.

##### 2.1.1. Ký hiệu, phân loại, cấu tạo.

##### 2.1.1.1. Định nghĩa

Định nghĩa: Điện trở là linh kiện có chức năng ngăn cản dòng điện trong mạch. Chúng có tác dụng như nhau trong cả mạch điện một chiều lẫn xoay chiều và chế độ làm việc của điện trở không bị ảnh hưởng bởi tần số của nguồn xoay chiều.

Kí hiệu :



Hình 2-1. Kí hiệu điện trở.

Đơn vị : Ohm (  $\Omega$  ),  $K\Omega$  ,  $M\Omega$

$$1M\Omega = 10^3K\Omega = 10^6\Omega$$



### 2.1.1.2. Phân loại

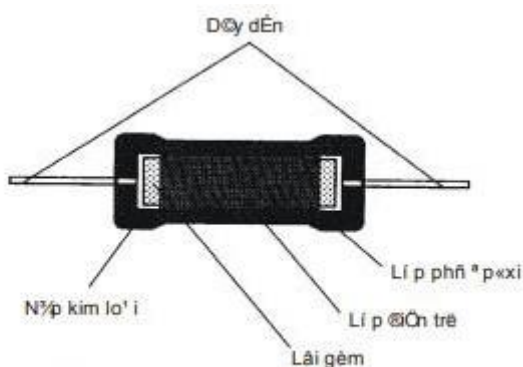
Điện trở có thể phân loại dựa vào cấu tạo hay dựa vào mục đích sử dụng mà nó có nhiều loại khác nhau.

Tùy theo kết cấu của điện trở mà người ta phân loại:

Điện trở than (carbon resistor)

Người ta trộn bột than và bột đất sét theo một tỉ lệ nhất định để cho ra những trị số khác nhau. Sau đó, người ta ép lại và cho vào một ống bằng Bakelite. Kim loại ép sát ở hai đầu và hai dây ra được hàn vào kim loại, bọc kim loại bên ngoài để giữ cấu trúc bên trong đồng thời chống cọ xát và ẩm. Ngoài cùng người ta sơn các vòng màu để cho biết trị số điện trở. Loại điện trở này dễ chế tạo, độ tin cậy khá tốt nên nó rẻ tiền và rất thông dụng. Điện trở than có trị số từ vài  $\Omega$  đến vài chục  $M\Omega$ .

Công suất danh định từ 0,125 W đến vài W.(hình 2-2).



Hình 2-2: Mặt cắt của điện trở màng cacbon

Điện trở màng kim loại (metal film resistor)

Loại điện trở này được chế tạo theo qui trình kết lắng màng Ni – Cr trên thân gốm có xẻ rãnh xoắn, sau đó phủ bởi một lớp sơn. Điện trở màng kim loại có trị số điện trở ổn định, khoảng điện trở từ 10  $\Omega$  đến 5  $M\Omega$ . Loại này thường dùng trong các mạch dao động vì nó có độ chính xác và tuổi thọ cao, ít phụ thuộc vào nhiệt độ.

Tuy nhiên, trong một số ứng dụng không thể xử lý công suất lớn vì nó có công suất danh định từ 0,05 W đến 0,5 W. Người ta chế tạo loại điện trở có khoảng công suất danh định lớn từ 7 W đến 1000 W với khoảng điện trở từ 20  $\Omega$  đến 2  $M\Omega$ . Nhóm

này còn có tên khác là điện trở công suất.

Điện trở oxit kim loại (metal oxide resistor)

Điện trở này chế tạo theo qui trình kết lắng lớp oxit thiếc trên thanh  $SiO_2$ .

Loại này có độ ổn định nhiệt cao, chống ẩm tốt, công suất danh định từ 0,25 W đến 2 W.

Điện trở dây quấn (wire wound resistor)

Làm bằng hợp kim Ni – Cr quấn trên một lõi cách điện sành, sứ. Bên ngoài được phủ bởi lớp nhựa cứng và một lớp sơn cách điện. Để giảm tối thiểu hệ số tự cảm L của dây quấn, người ta quấn  $\frac{1}{2}$  số vòng theo chiều thuận và  $\frac{1}{2}$  số vòng theo chiều nghịch.

Điện trở chính xác dùng dây quấn có trị số từ 0,1  $\Omega$  đến 1,2 M $\Omega$ , công suất danh định thấp từ 0,125 W đến 0,75 W. Điện trở dây quấn có công suất danh định cao còn được gọi điện trở công suất. Loại này gồm hai dạng:

- Ống có trị số 0,1  $\Omega$  đến 180 k $\Omega$ , công suất danh định từ 1 W đến 210 W.
- Khung có trị số 1  $\Omega$  đến 38 k $\Omega$ , công suất danh định từ 5 W đến 30 W.

Điện trở ôxyt kim loại:

Điện trở ôxyt kim loại được chế tạo bằng cách kết lắng màng ôxyt thiếc trên thanh thủy tinh đặc biệt. Loại điện trở này có độ ẩm rất cao, không bị hư hỏng do quá nóng và cũng không bị ảnh hưởng do ẩm ướt. Công suất danh định thường là 1/2W với dung sai  $\pm 2\%$ .

Ngoài cách phân loại như trên, trong thiết kế, tùy theo cách kí hiệu, kích thước của điện trở, người ta còn phân loại theo cấp chính xác như: điện trở thường, điện trở chính xác; hoặc theo công suất: công suất nhỏ, công suất lớn.

### 2.1.2. Cách đọc, đo và cách mắc điện trở.

#### 2.1.2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của điện trở:

- Công suất điện trở là tích số giữa dòng điện đi qua điện trở và điện áp đặt lên hai đầu điện trở. Trong thực tế, công suất được qui định bằng kích thước điện trở với các điện trở màng dạng tròn, ghi trên thân điện trở với các loại điện trở lớn dùng dây quấn vỏ bằng sứ, tra trong bảng với các loại điện trở hàn bề mặt (SMD).

- Sai số của điện trở là khoảng trị số thay đổi cho phép lớn nhất trên điện trở.

Sai số nằm trong phạm vi từ 1% đến 20% tùy theo nhà sản xuất và được ghi bằng vòng màu, kí tự, hoặc bảng tra.

- Trị số điện trở là giá trị của điện trở được ghi trên thân bằng cách ghi trực tiếp, ghi bằng vòng màu, bằng kí tự.

#### 1.2.2. Cách ghi và đọc tham số trên thân điện trở

- Ghi trực tiếp: ghi đầy đủ các tham số chính và đơn vị đo trên thân của điện trở, vd: 220K $\Omega$  10%, 2W

- Ghi theo quy ước: có rất nhiều các quy ước khác nhau. Xét một số quy ước thông dụng:

+ Quy ước đơn giản: Không ghi đơn vị Ôm, R (hoặc E) =  $\Omega$ , M = M $\Omega$ , K = K $\Omega$

Ví dụ: 2M=2M $\Omega$ , 0K47 =0,47K $\Omega$  = 470 $\Omega$ , 100K = 100 K $\Omega$ , 220E = 220 $\Omega$ , R47 = 0,47 $\Omega$

+ Quy ước theo mã: Mã này gồm các chữ số và một chữ cái để chỉ % dung sai. Trong các chữ số thì chữ số cuối cùng chỉ số số 0 cần thêm vào. Các chữ cái chỉ % dung sai qui ước gồm: F = 1 %, G = 2 %, J = 5 %, K = 10 %, M = 20 %

Ví dụ: 103F = 10000 Ω ± 1% = 10K ± 1%

153G = ... 4703J = ...

+ Quy ước theo vòng màu : Đơn vị là Ω

Màu	Trị số	Hệ số	Dung sai
Đen	0	0	± 20%
Nâu	1	1	± 1%
Đỏ	2	2	± 2%
Cam	3	3	± 3%
Vàng	4	4	± 4%
Lục	5	5	± 5%
Lam	6	6	± 6%
Tím	7	7	± 7%
Xám	8	8	± 8%
Trắng	9	9	± 9%
Nhũ vàng		0,1	± 5%
Nhũ bạc		0,01	± 10%

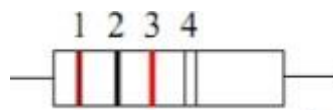
Điện trở theo quy ước này thường có loại 3 vòng màu, 4 vòng màu và loại 5 vòng màu.

Điện trở 3 vòng màu : ABC => R = ABx10<sup>C</sup>

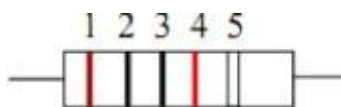
Ví Dụ : Cam cam nâu => R= 330Ω

Điện trở 4 vòng màu : ABC D => R = ABx10<sup>C</sup>( D%)

Ví Dụ : Nâu đen đỏ nhũ vàng =. R= 1000Ω ± 5%



Điện trở 5 vòng màu : ABCDE => R = ABCx10<sup>D</sup>(E%)



Ví Dụ : Nâu đen đen đỏ nhũ bạc =. R= 10000 □ □ 10%.

\* Chú ý : - các loại linh kiện 4 vòng màu chỉ có 3 loại sai số : 5%(nhũ vàng) 10% (nhũ bạc), 20% (đen hoặc không màu).

- Để xác định thứ tự các vòng màu căn cứ vào ba đặc điểm :

+vòng thứ nhất gần đầu điện trở nhất

+ vòng 1 không bao giờ là nhũ vàng hoặc nhũ bạc

+ tiết diện vòng cuối bao giờ cũng lớn nhất.

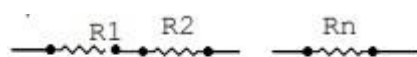
### 2.1.2.2. Cách mắc điện trở

Trong mạch điện tùy theo nhu cầu thiết kế mà người ta sử dụng điện trở có giá trị khác nhau, tuy nhiên trong sản xuất người ta không thể chế tạo mọi giá trị của điện trở được mà chỉ sản xuất một số điện trở tiêu biểu đặc trưng, nên trong sử dụng nhà thiết kế phải sử dụng một trong hai phương án sau:

Một là phải tính toán mạch điện sao cho phù hợp với các điện trở có sẵn trên thị trường.

Hai là tính toán mắc các điện trở sao cho phù hợp với mạch điện.

Điện trở mắc nối tiếp: Cách này dùng để tăng trị số của điện trở trên mạch điện (Hình 2-3).



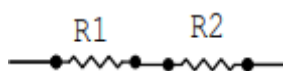
Hình 2-3: Mạch điện trở mắc nối tiếp

Theo công thức:

$$R_{td} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (2-1)$$

$R_{td}$ : Điện trở tương đương của mạch điện

Ví dụ: Cho mạch điện như hình vẽ. Với  $R_1 = 2,2K\Omega$ ,  $R_2 = 4,7K\Omega$ . Tính điện trở tương đương của mạch điện.



Giải: Từ công thức (2.1) ta có  $R_{td} = 2,2 + 4,7 = 6,9K\Omega$

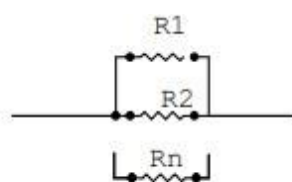
Trong thực tế, người ta chỉ mắc nối tiếp từ 02 đến 03 điện trở để tránh rườm rà cho mạch điện.

Điện trở mắc song song: Cách này dùng để giảm trị số điện trở trên mạch điện.

Chú ý :

Điện trở tương đương của mạch điện luôn nhỏ hơn hoặc bằng điện trở nhỏ nhất trên mạch điện

Thông thường người ta dùng điện trở cùng trị số để mắc song song, để đạt trị số theo yêu cầu, đồng thời đạt được dòng chịu tải lớn theo ý muốn và tăng vùng diện tích tỏa nhiệt trên mạch điện khi công suất tỏa nhiệt cao (Hình 2-4).



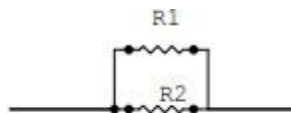
Hình 2-4: Mạch điện trở mắc song song

Theo công thức:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Rtd: Điện trở tương đương của mạch điện

Ví dụ: Cho mạch điện như hình vẽ. Với  $R_1 = 5,6K$ ,  $R_2 = 4,7K$ . Tính điện trở tương đương của mạch điện.



Giải: Từ công thức ta có

$$R_{td} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5,6.4,7}{5,6 + 4,7} = 2,55K\Omega$$

### 2.1.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

#### 2.1.3.1. Các linh kiện cùng nhóm :

Biến trở : dùng để thay đổi giá trị của điện trở, qua đó thay đổi được sự cản trở điện trên mạch điện.

Biến trở dây quấn: dùng dây dẫn có điện trở suất cao, đường kính nhỏ, quấn trên lõi cách điện bằng sứ hay nhựa tổng hợp hình vòng cung  $270^\circ$ . Hai đầu hàn hai cực dẫn điện A, B. Tất cả được đặt trong một vỏ bọc kim loại có nắp đậy.

Trục trên vòng cung có quấn dây là một con chạy có trục điều khiển đưa ra ngoài nắp hộp. Con chạy được hàn với cực dẫn điện C.

Biến trở dây quấn thường có trị số nhỏ từ vài  $\Omega$  đến vài chục  $\Omega$ . Công suất khá lớn, có thể tới vài chục W.

Biến trở than: người ta tráng một lớp than mỏng lên hình vòng cung bằng bakelit. Hai đầu lớp than nối với cực dẫn điện A và B. Ở giữa là cực C của biến trở và chính là con chạy bằng kim loại tiếp xúc với lớp than. Trục xoay được gắn liền với con chạy, khi xoay trục (chỉnh biến trở) con chạy di động trên lớp than làm cho trị số biến trở thay đổi. Biến trở than còn chia làm hai loại: biến trở tuyến tính, biến trở phi tuyến.

Biến trở than có trị số từ vài trăm  $\Omega$  đến vài  $M\Omega$  nhưng có công suất nhỏ.(hình 2-5)



Hình 2-5. Hình dạng và kí hiệu của biến trở.

Ngoài cách chia thông thường trên trong kỹ thuật người ta còn căn cứ vào tính chất của biến trở mà có thể chia thành biến trở tuyến tính, biến trở logarit. Hay dựa vào công suất mà phân loại thành biến trở giảm áp hay biến trở phân cực. Trong thực tế cần chú ý đến các cách chia khác nhau để tránh lúng túng trong thực tế khi gọi tên trên thị trường.

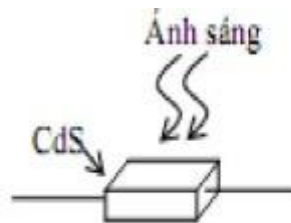
Nhiệt điện trở : là loại điện trở mà trị số của nó thay đổi theo nhiệt độ (thermistor).

Nhiệt trở dương ( PTC = Positive Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt dương.

Nhiệt trở âm ( NTC = Negative Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt âm.

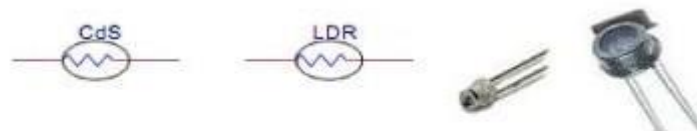
VDR (Voltage Dependent Resistor): là loại điện trở mà trị số của nó phụ thuộc điện áp đặt vào nó. Thường thì VDR có trị số điện trở giảm khi điện áp tăng.

Điện trở quang (photoresistor): là một linh kiện bán dẫn thụ động không có mối nối P – N. Vật liệu dùng để chế tạo điện trở quang là CdS (Cadmium Sulfid), CdSe (Cadmium Selenid), ZnS (sắt Sulfid) hoặc các tinh thể hỗn hợp khác.(hình 2-6)



Hình 2- 6. Cấu tạo của điện trở quang.

Điện trở quang còn gọi là điện trở tùy thuộc ánh sáng (LDR  $\equiv$  Light Dependent Resistor) có trị số điện trở thay đổi tùy thuộc cường độ ánh sáng chiếu vào nó (hình 2-7)

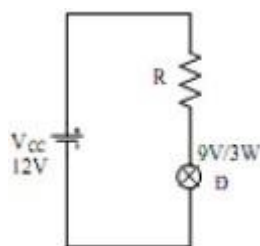


Hình 2-7. Hình dạng và kí hiệu của điện trở quang.

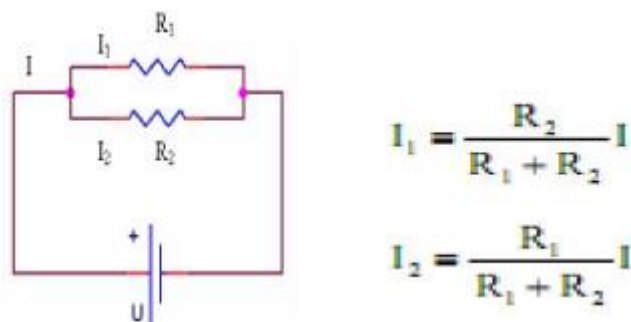
2.1.3.2. Ứng dụng : Điện trở có nhiều ứng dụng trong lĩnh vực điện và điện tử:

- Tỏa nhiệt: bếp điện, bàn ủi.
- Thắp sáng: bóng đèn dây tóc.
- Bộ cảm biến nhiệt, cảm biến quang.
- Hạn dòng, chia dòng.

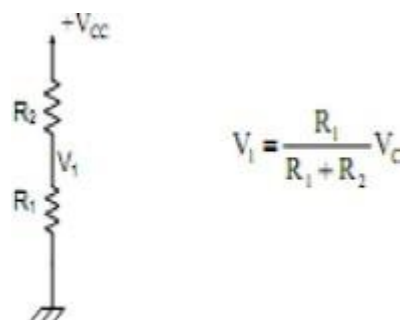
- Giảm áp, chia áp,....



Hình 2-8. Mạch dùng R hạn dòng, giảm áp



Hình 2-9. Mạch chia dòng



Hình 2-10. Mạch chia áp.

Mạch chia dòng như hình 2-9 còn được gọi là mạch phân dòng. Mạch chia áp như hình 2-10 còn được gọi là mạch phân áp hay cầu phân áp (mạch chia thế / mạch phân thế / cầu phân thế).

## 2.2. Tụ điện.

Mục tiêu:

- Đọc đúng trị số điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra được chất lượng tụ điện theo giá trị của linh kiện.
- Thay thế, thay tương đương tụ điện theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.

### 2.2.1. Ký hiệu, phân loại, cấu tạo.

#### 2.2.1.1. Cấu tạo:

Tụ điện là 1 linh kiện có tính tích trữ năng lượng điện. Tụ điện được cấu tạo gồm hai bản cực 1 hai bản phẳng bằng chất dẫn điện (kim loại) đặt song song với

nhau. Ở giữa là chất điện môi cách điện. (hình 2-11)



Hình 2-11. Cấu tạo và ký hiệu của tụ điện

### 2.2.1.2. Phân loại:

Tùy theo chất điện môi mà người ta phân loại tụ và đặt tên cho tụ như sau:

**Tụ hóa :** Là loại tụ có phân cực tính dương và âm. Tụ hóa có bản cực là những lá nhôm, điện môi là lớp oxyt nhôm rất mỏng được tạo bằng phương pháp điện phân. Điện dung của tụ hóa khá lớn.

Khi sử dụng phải ráp đúng cực tính dương và âm, điện thế làm việc thường nhỏ

hơn 500V.

□ Tụ hóa tantalum (Ta): là tụ có phân cực tính, có cấu tạo tương tự tụ hóa nhưng dùng tantalum thay vì dùng nhôm. Tụ Tantalum có kích thước nhỏ nhưng điện dung lớn. Điện thế làm việc chỉ vài chục volt.

□ Tụ giấy: là loại tụ không phân cực tính. Tụ giấy có hai bản cực là những lá nhôm hoặc thiếc, ở giữa có lớp cách điện là giấy tẩm dầu và cuộn lại thành ống.

□ Tụ màng: là tụ không phân cực tính. Tụ màng có chất điện môi là màng chất dẻo như: polypropylene, polystyrene, polycarbonate, polyethelene. Có hai loại tụ màng chính: loại foil và loại được kim loại hóa. Loại foil dùng các miếng kim loại nhôm hay thiếc để tạo các bản cực dẫn điện. Loại được kim loại hóa được

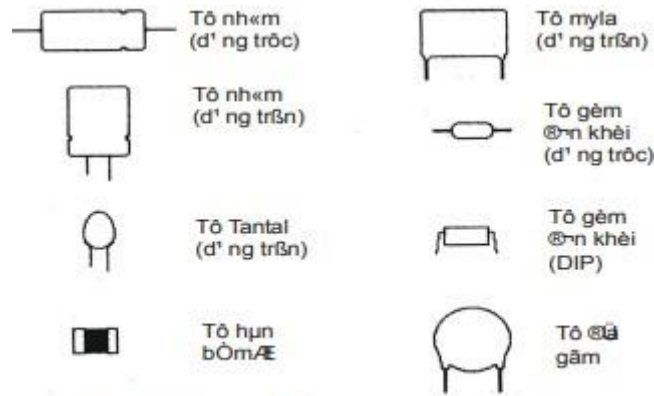
chế tạo bằng cách phun màng mỏng kim loại như nhôm hay kẽm trên màng chất dẻo, kim loại được phun lên đóng vai trò bản cực. Với cùng giá trị điện dung và định mức điện áp đánh thủng thì tụ loại kim loại hóa có kích thước nhỏ hơn loại foil. Ưu điểm thứ hai của loại kim loại hóa là nó tự phục hồi được. Điều này có nghĩa là nếu điện môi bị đánh thủng do quá điện áp đánh thủng thì tụ không bị hư luôn mà nó tự phục hồi lại. Tụ foil không có tính năng này.

□ Tụ gốm (ceramic): là loại tụ không phân cực tính. Tụ gốm được chế tạo gồm chất điện môi là gốm, tráng trên bề mặt nó lớp bạc để làm bản cực.

□ Tụ mica: là loại tụ không phân cực tính. Tụ mica được chế tạo gồm nhiều miếng mica mỏng, tráng bạc, đặt chồng lên nhau hoặc miếng mica mỏng được xếp xen kẽ với các miếng thiếc. Các miếng thiếc lẻ nối với nhau tạo thành một bản cực, Các miếng thiếc chẵn nối với nhau tạo thành một bản cực. Sau đó bao phủ bởi lớp chống ẩm bằng sáp hoặc nhựa cứng. Thường tụ mica có dạng hình khối chữ nhật.



Ngoài ra, còn có tụ dán bề mặt được chế tạo bằng cách đặt vật liệu điện môi giữa hai màng dẫn điện (kim loại), kích thước của nó rất nhỏ. Mạng tụ điện (thanh tụ điện) là dạng tụ được nhà sản xuất tích hợp nhiều tụ điện ở bên trong một thanh (vỏ) để tiết kiệm diện tích. Người ta kí hiệu chung và giá trị của các tụ. (hình 2-12)



Hình 2-12 . Các dạng tụ điện thông dụng

### 2.2.2. Cách đọc, đo và cách mắc tụ điện.

#### 2.2.2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của tụ điện

- Dung sai của tụ điện: là tham số chỉ độ chính xác của trị số dung lượng thực tế so với trị số danh định của nó

Dung sai của tụ điện:

$$\frac{C_{tt} - C_{dd}}{C_{dd}} \cdot 100\%$$

- Điện áp làm việc là điện áp đặt lên tụ trong thời gian làm việc dài mà tụ không bị đánh thủng (Khoảng 10 000 giờ).

Trên thực tế giá trị ghi trên thân là điện áp làm việc, tuy nhiên với các tụ hiện nay trên thị trường do Việt Nam và Trung Quốc sản xuất thường ghi là điện áp đánh thủng nên trong thay thế cần chú ý đến khi thay thế tụ mới trong sửa chữa cần chọn lớn hơn để đảm bảo an toàn.

- Điện áp đánh thủng là điện áp mà quá điện áp đó thì chất điện môi của tụ bị đánh thủng.

- Trị số danh định của tụ điện tính bằng Fara hoặc các ước số của Fara là 1  $\mu$ F (10<sup>-6</sup> Fara), nF (10<sup>-9</sup> Fara) và pF (10<sup>-12</sup> Fara) được ghi trên tụ điện bằng mã quy ước.

#### 2.2.2.2. Cách đọc trị số trên tụ

Hai tham số quan trọng nhất thường được ghi trên thân tụ điện là trị số điện dung (kèm theo dung sai sản xuất) và điện áp làm việc (điện áp lớn nhất). Có 2 cách ghi cơ bản:

Ghi trực tiếp: Cách ghi đầy đủ các tham số và đơn vị đo của chúng. Cách này chỉ dùng cho các loại tụ điện có kích thước lớn.

Ví dụ: trên thân một tụ mi ca có ghi: 5.000PF  $\pm$  20% 600V

Ghi gián tiếp theo qui ước:

+ Qui ước số: Cách ghi này thường gặp ở các tụ Pôlystylen

Số không kèm theo dấu chấm hay phẩy : đơn vị pF.Cách đọc như điện trở.

Số kèm theo dấu chấm hay phẩy : đơn vị  $\mu$ F .Vị trí của dấu thể hiện chữ số thập phân

Ví dụ 1: Trên thân tụ có ghi 47/ 630: tức giá trị điện dung là 47 pF,điện áp

làm việc một chiều là 630 Vdc.

Ví dụ 2: Trên thân tụ có ghi 0.01/100: tức là giá trị điện dung là 0,0  $\mu$ F và điện áp làm việc một chiều là 100 Vdc.

+ Quy ước theo mã: Giống như điện trở: 123K/50V =12000 pF  $\pm$ 10% và điện áp làm việc lớn nhất 50 Vdc.

+Quy ước theo màu:

Loại có 4 vạch màu:

Hai vạch đầu là số có nghĩa thực của nó

Vạch thứ ba là số nhân (đơn vị pF) hoặc số số 0 cần thêm vào

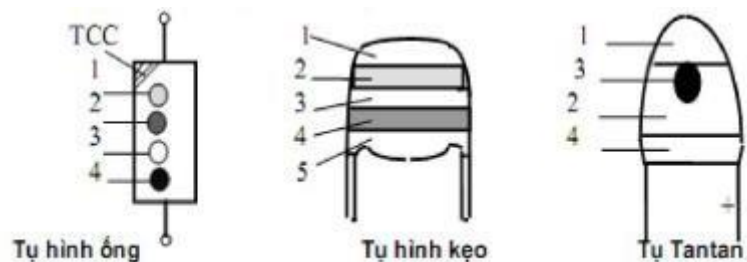
Vạch thứ tư chỉ điện áp là

Loại có 5 vạch màu:

Ba vạch màu đầu giống như loại 4 vạch màu

Vạch màu thứ tư chỉ % dung sai

Vạch màu thứ 5 chỉ điện áp làm việc



Cách mắc tụ điện:

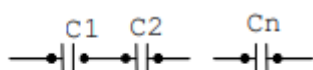
Trong thực tế cách mắc tụ điện thường ít khi được sử dụng, do công dụng của chúng trên mạch điện thông thường dùng để lọc hoặc liên lạc tín hiệu nên sai số cho phép lớn. Do đó người ta có thể lấy gần đúng mà không ảnh hưởng gì đến mạch điện. Trong các trường hợp đòi hỏi độ chính xác cao như các mạch dao động, các mạch điều chỉnh...người ta mới sử dụng cách mắc theo yêu cầu cho chính xác.

Mạch mắc nối tiếp: (hình:2-13)

### 2.2.2.2. Cách mắc tụ điện:

Trong thực tế cách mắc tụ điện thường ít khi được sử dụng, do công dụng của chúng trên mạch điện thông thường dùng để lọc hoặc liên lạc tín hiệu nên sai số cho phép lớn. Do đó người ta có thể lấy gần đúng mà không ảnh hưởng gì đến mạch điện. Trong các trường hợp đòi hỏi độ chính xác cao như các mạch dao động, các mạch điều chỉnh...người ta mới sử dụng cách mắc theo yêu cầu cho chính xác.

Mạch mắc nối tiếp: (hình:2-13)



H×nh 2-13: M¹ch tđiĐn m¹c nối tiếp

Công thức tính:  $\frac{1}{C_{td}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

C<sub>td</sub>: Điện dung tương đương của mạch điện

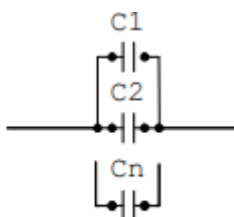
Cũng giống như điện trở giá trị của tụ điện được sản xuất theo bảng 2-1.

Trong mạch mắc song song điện dung tương đương của mạch điện luôn nhỏ hơn hoặc bằng điện dung nhỏ nhất mắc trên mạch

Ví dụ: Cho tụ hai tụ điện mắc nối tiếp với C<sub>1</sub> = 1mF, C<sub>2</sub> = 2,2mF tính điện trở tương đương của mạch điện.

Giải: Từ công thức tính ta có:  $C_{td} = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1 \times 2,2}{1 + 2,2} = 0,6875mF$

Mạch mắc song song: (hình 2-14)



H×nh 2-14: M¹ch tđiĐn m¹c song song

Công thức tính:  $C_{td} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

C<sub>td</sub>: Điện dung tương đương của mạch điện.

Ví dụ: Tính điện dung tương đương của hai tụ điện mắc nối tiếp, Với C<sub>1</sub> = 3,3mf; C<sub>2</sub> = 4,7mF.

Giải: Từ công thức ta có:  $C_{td} = C_1 + C_2 = 3,3 + 4,7 = 8mF$

### 2.2.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng

#### 2.2.3.1. Các linh kiện cùng nhóm (Tụ điện có trị số điện dung thay đổi)

- Tự biến đổi:

Gồm các lá nhôm hoặc đồng xếp xen kẽ với nhau, một số lá thay đổi vị trí được. Tấm tĩnh (má cố định) không gắn với trục xoay. Tấm động gắn với trục xoay và tùy theo góc xoay mà phần diện tích đối ứng giữa hai lá nhiều hay ít.

Phần diện tích đối ứng lớn thì điện dung của tụ lớn, ngược lại, phần diện tích đối ứng nhỏ thì trị số điện dung của tụ nhỏ. Không khí giữa hai lá nhôm được

dùng làm chất điện môi. Tụ loại biến đổi còn được gọi là tụ không khí hay tụ xoay.

Tụ biến đổi thường gồm nhiều lá động nối song song với nhau, đặt xen kẽ giữa những lá tĩnh cũng nối song song với nhau. Những lá tĩnh được cách điện với thân

tụ, còn lá động được gắn vào trục xoay và tiếp xúc với thân tụ. Khi trục tụ được xoay thì trị số điện dung của tụ cũng được thay đổi theo. Người ta bố trí hình dáng

những lá của tụ để đạt được sự thay đổi điện dung của tụ theo yêu cầu. Khi vặn tụ

xoay để cho lá động hoàn toàn nằm trong khe các lá tĩnh, nhằm có được diện tích

đối ứng là lớn nhất, thì tụ có điện dung lớn nhất. Khi vặn tụ xoay sao cho lá động

hoàn toàn nằm ngoài khe các lá tĩnh, nhằm có diện tích đối ứng xấp xỉ bằng không,

thì lúc đó, tụ điện có điện dung nhỏ nhất, gọi là điện dung sót.

Tụ xoay thường dùng trong máy thu thanh hoặc máy tạo dao động để đạt được tần

số cộng hưởng.(hình 2-15)



Hình 2-15. Hình dạng của tụ biến đổi

- Tụ tinh chỉnh hay là tụ bán chuẩn: thường dùng để chỉnh điện dung của tụ điện, nhằm đạt được tần số cộng hưởng của mạch. Những tụ này thường có trị số nhỏ và phạm vi biến đổi hẹp. Người ta chỉ tác động tới tụ tinh chỉnh khi lấy

chuẩn, sau đó thì cố định vị trí của tụ.

### 2.2.3.2. Ứng dụng

Tụ thường được dùng làm tụ lọc trong các mạch lọc nguồn, lọc chặn tần số hay cho qua tần số nào đó. Tụ có mặt trong mạch lọc thụ động, mạch lọc tích cực,...Tụ liên lạc để nối giữa các tầng khuếch đại. Tụ kết hợp với một số linh kiện khác để tạo những mạch dao động,...

Ngày nay còn có tụ nano để tăng dung lượng bộ nhớ nhằm đáp ứng nhu cầu càng cao của con người.

## 2.3. Cuộn cảm.

Mục tiêu:

- Đọc đúng trị số cuộn cảm theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra được chất lượng cuộn cảm theo giá trị của linh kiện.
- Thay thế, thay tương đương cuộn cảm theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.

### 2.3.1. Ký hiệu, phân loại, cấu tạo.

#### 2.3.1.1. Cấu tạo:

Cuộn cảm gồm những vòng dây cuốn trên một lõi cách điện. Có khi quấn cuộn cảm bằng dây cứng và ít vòng, lúc đó cuộn cảm không cần lõi. Tùy theo tần số sử dụng mà cuộn cảm gồm nhiều vòng dây hay ít, có lõi hay không có lõi.

Kí hiệu : Tùy theo loại lõi, cuộn cảm có các kí hiệu khác nhau.(hình 2-16)



Hình 2-16. Kí hiệu của cuộn cảm.

Ngoài cách kí hiệu như trên cuộn cảm có thể được kí tự như T hay L

Cuộn cảm có tác dụng ngăn cản dòng điện xoay chiều trên mạch điện, đối với dòng điện một chiều cuộn cảm đóng vai trò như một dây dẫn điện.

#### 2.3.1.2. Phân loại :

Có nhiều cách phân loại cuộn cảm:

Phân loại theo kết cấu: Cuộn cảm 1 lớp, cuộn cảm nhiều lớp, cuộn cảm có lõi không khí, cuộn cảm có lõi sắt bụi, cuộn cảm có lõi sắt lá...

Phân loại theo tần số làm việc: Cuộn cảm âm tần, cuộn cảm cao tần..

- Cuộn cảm 1 lớp lõi không khí: Gồm một số vòng dây quấn vòng nọ sát vòng

kia hoặc cách nhau vài lần đường kính sợi dây. Dây có thể cuốn trên khung đỡ bằng vật liệu cách điện cao tần hay nếu cuộn cảm đủ cứng thì có thể không cần khung đỡ mà chỉ cần hai nẹp giữ hai bên.

- Cuộn cảm nhiều lớp lõi không khí: Khi trị số cuộn cảm lớn, cần có số vòng dây nhiều, nếu quấn 1 lớp thì chiều dài cuộn cảm quá lớn và điện dung ký sinh quá nhiều. Để kích thước hợp lý và giảm được điện dung ký sinh, người ta quấn các vòng của cuộn cảm thành nhiều lớp chồng lên nhau theo kiểu tổ ong.

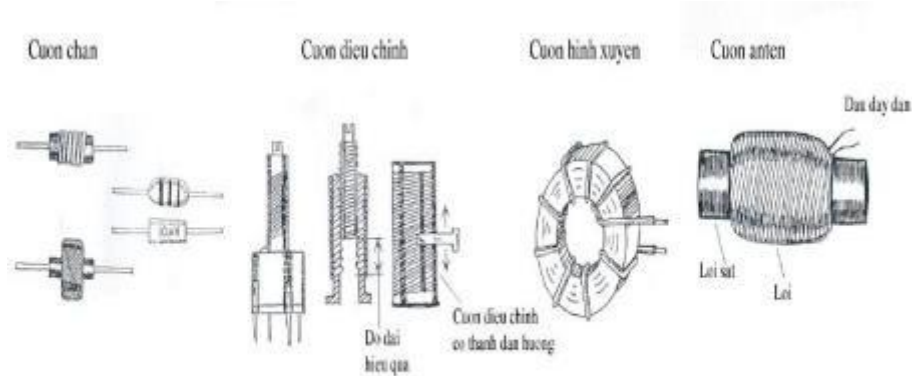
- Cuộn cảm có lõi bột sắt từ: Để rút ngắn kích thước của 2 loại trên bằng cách lồng vào giữa nó một lõi ferit. Thân lõi có răng xoắn ốc. Hai đầu có khía 2 rãnh.

Người ta dùng 1 cái quay vít nhựa để điều chỉnh lõi lên xuống trong lòng cuộn cảm để tăng hay giảm trị số tự cảm của cuộn cảm.

- Cuộn cảm nhiều đoạn hay cuộn cảm ngăn cao tần là cuộn cảm nhiều lớp nhưng quấn lại nhiều đoạn trên 1 lõi cách điện, đoạn nọ cách đoạn kia vài mm.

- Cuộn cảm âm tần: Các vòng cảm được quấn thành từng lớp đều đặn, vòng nọ sát vòng kia, lớp nọ sát lớp kia bằng một lượt giấy bóng cách điện, khung đỡ của cuộn dây làm bằng bìa pretxpan. Lõi từ là các lá thép Si mỏng cắt thành chữ E và I.

Mỗi chữ E và I xếp lại thành một mạch từ khép kín. (hình 2-17)



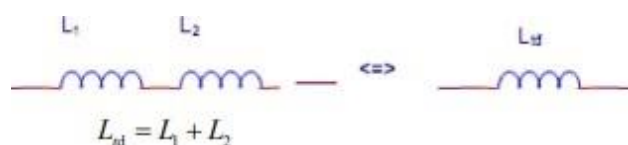
Hình 2-17. Hình dạng các loại cuộn cảm

### 2.3.2. Cách đọc, đo và cách mắc cuộn cảm.

Trong kỹ thuật cuộn cảm được quấn theo yêu cầu kỹ thuật đặt hàng hay tự quấn theo tính toán nên cuộn cảm không được mắc nối tiếp hay song song như điện trở hoặc tụ điện vì phải tính đến chiều mắc các cuộn cảm với nhau đồng thời gây cồng kềnh về mặt cấu trúc mạch điện. Trừ các mạch lọc có tần số cao hoặc siêu cao trong các thiết bị thu phát vô tuyến.

#### 2.3.2.1. Cách mắc cuộn cảm

- Mắc nối tiếp



- Mắc song song



$$\frac{1}{L_{12}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

### 2.3.2.1. Cách ghi và đọc tham số trên cuộn cảm

+ Ghi trực tiếp: cách ghi đầy đủ các tham số độ tự cảm L, dung sai, loại lõi cuộn cảm... Cách này chỉ dùng cho các loại cuộn cảm có kích thước lớn.

+ Ghi gián tiếp theo qui ước : đơn vị đo là  $\mu\text{H}$

Quy ước theo màu: Dùng cho các cuộn cảm nhỏ

Vòng màu 1: chỉ số có nghĩa thứ nhất hoặc chấm thập phân

Vòng màu 2: chỉ số có nghĩa thứ hai hoặc chấm thập phân

Vòng màu 3: chỉ số 0 cần thêm vào,

Vòng màu 4: chỉ dung sai %.

Chú ý :

- Bảng các giá trị chuẩn hoá thường gặp của linh kiện thụ động ( $\Omega, F, H$ ) : 1 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; 8,2

- Giá trị linh kiện có thể có các giá trị bằng giá trị của bảng trên nhân với các ước số của 10 hay bội số của 10 (  $10^{-2}, 10^{-1}, 10, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$  ).

### 2.3.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

Cuộn cảm được ứng dụng làm micro điện động, loa điện động, rơle, biến áp, cuộn dây trong đầu đọc đĩa,... Trong mạch điện tử, cuộn cảm có thể ở mạch lọc nguồn, mạch lọc tần số, mạch dao động cộng hưởng, mạch tạo (chỉnh sửa) dạng sóng,...

Loa ( Speaker ) : Loa là một ứng dụng của cuộn dây và từ trường.(hình 2-18)

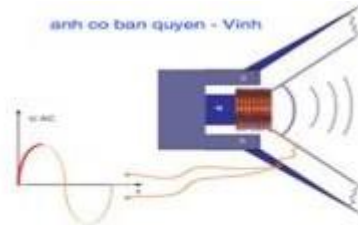


Hình 2-18. Loa 4 $\Omega$  – 20W ( Speaker)

Cấu tạo : Gồm một nam châm hình trụ có hai cực lồng vào nhau , cực N ở giữa và cực S ở xung quanh ,giữa 2 cực tạo thành 1 khe từ có từ trường khá mạnh ,một cuộn dây được gắn với màng loa và được đặt trong khe từ.Màng loa được đỡ bằng gân cao su mềm giúp cho màng loa có thể dễ dàng dao động ra vào

Hoạt động:

Khi ta cho dòng điện âm tần ( điện xoay chiều từ 20Hz => 20.000Hz ) chạy qua cuộn dây ,cuộn dây tạo ra từ trường biến thiên và bị từ trường cố định của nam châm đẩy ra ,đẩy và làm cuộn dây dao động => màng loa dao động theo và phát ra âm thanh .



Cấu tạo và hoạt động của Loa ( Speaker )

Chú ý : Tuyệt đối ta không được đưa dòng điện một chiều vào loa , vì dòng điện một chiều chỉ tạo ra từ trường cố định và cuộn dây của loa chỉ lệch về một hướng rồi dừng lại, khi đó dòng một chiều qua cuộn dây tăng mạnh ( do không có điện áp cảm ứng theo chiều ngược lại ) vì vậy cuộn dây sẽ bị cháy .

Micro.(hình 2-19)



Hình 2-19.Micro

Thực chất cấu tạo Micro là một chiếc loa thu nhỏ, về cấu tạo Micro giống loa nhưng Micro có số vòng quấn trên cuộn dây lớn hơn loa rất nhiều vì vậy trở kháng của cuộn dây micro loa rất lớn khoảng  $600\Omega$  (trở kháng loa từ  $4\Omega$  -  $16\Omega$ ) ngoài ra micro cũng được cấu tạo rất mỏng để dễ dàng dao động khi có âm thanh tác động vào.Loa là thiết bị để chuyển dòng điện thành âm thanh còn micro thì ngược lại , Micro đổi âm thanh thành dòng điện âm tần. RƠ LE .(hình 2-20)

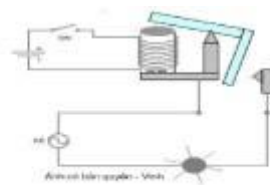


Hình 2-20. Rơ le

Rơ le cũng là một ứng dụng của cuộn dây trong sản xuất thiết bị điện tử, nguyên lý hoạt động của Rơle là biến đổi dòng điện thành từ trường thông qua cuộn dây, từ trường lại tạo thành lực cơ học thông qua lực hút để thực hiện một động tác về cơ khí như đóng mở công tắc, đóng mở các hành trình của một thiết bị tự



động .(hình 2-21)



Hình 2-21. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Rơ le

Cách kiểm tra linh kiện thụ động

Đo điện trở

Hư hỏng thường gặp:

- Tình trạng điện trở đo  $\square$  không lên  $\rightarrow$  điện trở bị đứt.
- Điện trở cháy (bị sẫm màu khó phân biệt các vòng màu và có mùi khét) là do làm việc quá công suất quy định.
- Tăng trị số: bột than bị biến chất làm tăng.
- Giảm trị số: điện trở dây quấn bị chạm.

Biến trở :

Cách đo và kiểm tra:

- Hư hỏng thực tế: than đứt, bắn, rỗ.
- Đo thử: vặn thang đo
- Đo cặp chân (1-3 hay 2 chân ngoài) đối chiếu với giá trị ghi trên thân biến trở xem có đúng không?
- Đo tiếp chân (1-2 hay chân ngoài và chân giữa) dùng tay chỉnh thử xem kim đồng hồ thay đổi là tốt.
- Biến trở thay đổi giá trị chậm là loại biến trở tinh chỉnh.
- Biến trở thay đổi giá trị nhanh là loại biến trở volume.

Tụ điện :

Cách đo kiểm tra tụ điện:

- Đo nguội: vặn VOM ở thang đo  $\square$

x1 tụ > 100  $\mu$  F

x10 10  $\mu$  F  $\rightarrow$  100  $\mu$  F

x100 1  $\mu$  F  $\rightarrow$  10  $\mu$  F

x1K 104  $\rightarrow$  10  $\mu$  F

x10K 102  $\rightarrow$  104F

Thực hiện thao tác đo 2 lần và có đổi chiều đo, ta thấy:

- + Kim vọt lên rồi trả về hết: khả năng nạp xả của tụ còn tốt.
- + Kim vọt lên  $0\Omega$  : tụ bị nối tắt (bị đánh thủng, bị chập).
- + Kim vọt lên nhưng trở về không hết: tụ bị rò.
- + Kim vọt lên nhưng trở về lơ dờ: tụ khô.
- + Kim không lên: tụ đứt (đừng nhầm với tụ quá nhỏ  $< 1 \mu F$ )
- Đo nóng: (áp chịu đựng  $>50V$ )

Đặt VOM ở thang đo  $V_{DC}$  (cao hơn nguồn E rồi đặt que đo đúng cực tính)

- + Kim vọt lên rồi trở về: tốt
- + Kim vọt lên bằng giá trị nguồn cấp và không trả về: tụ bị nối tắt.
- + Kim vọt lên nhưng trở về không hết: tụ rã
- + Kim vọt lên trở về lơ dờ: tụ bị khô.
- + Kim không lên: tụ đứt.

Tụ xoay :

Dùng thang đo  $R \times 1$

- Đo 2 chân CV rồi xoay hết vòng không bị rò chập là tốt.
- Đo 2 chân CV với trục không chập.

Đo thử cuộn dây :

- Đo thử biến thế
  - Đo thử Rơle

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu hỏi 1:

Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách tô đen vào ô vuông thích hợp:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Điện trở có tính chất gì?				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Dẫn điện DC</li> <li>b. Dẫn điện AC</li> <li>c. Dẫn điện DC và AC.</li> <li>d. Không cho dòng điện đi qua.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<p>Trong mạch điện, điện trở làm nhiệm vụ gì?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Giảm áp.</li> <li>b. Hạn dòng.</li> <li>c. Phân cực.</li> <li>d. Cả ba yếu tố trên.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<p>Căn cứ vào đâu để phân loại điện trở?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cấu tạo.</li> <li>b. tính chất.</li> <li>c. Công dụng.</li> <li>d. Cấp chính xác.</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<p>Điện trở mắc nối tiếp có tính chất gì?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tăng giá trị</li> <li>b. Giảm giá trị</li> <li>c. Giá trị không thay đổi.</li> <li>d. Cả ba đều sai</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<p>Điện trở mắc song song có tính chất gì?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tăng giá trị</li> <li>b. Giảm giá trị</li> <li>c. Tăng công suất</li> <li>d. Cả ba đều đúng</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<p>Thông thường người ta mắc điện trở song song để làm gì?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tăng công suất chịu tải</li> <li>b. Giảm giá trị điện trở trên mạch</li> <li>c. Tăng diện tích toả nhiệt trên mạch</li> <li>d. Cả ba điều trên</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<p>Điện trở có thông số kĩ thuật cơ bản nào?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Trị số</li> <li>b. Sai số</li> <li>c. Công suất</li> <li>d. Cả ba điều trên</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8	Biến trở trong mạch điện dùng để làm gì? a. Thay đổi giá trị của điện trở. b. Thay đổi điện áp phân cực c. Thay đổi dòng phân cực d. Cả ba đều sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Trong kĩ thuật biến trở than dùng để làm gì? a. Hạn chế dòng điện qua mạch b. Giảm điện áp cung cấp cho mạch c. Phân cực cho mạch điện d. Cả ba điều trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Trong kĩ thuật biến trở dây quấn dùng để làm gì? a. Hạn chế dòng qua mạch điện. b. Giảm điện áp cung cấp cho mạch điện c. Phân cực cho mạch điện d. Gồm a,b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Tự điện có tính chất gì? a. Ngăn dòng một chiều b. Ngăn dòng xoay chiều c. Cả a,b đúng d. Cả a,b sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Trong kĩ thuật tự điện được chia làm mấy loại? a. Phân cực b. Không phân cực c. Thường d. Gồm a, b.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Tự mắc nối tiếp có tính chất gì? a. Tăng trị số b. Giảm trị số c. Không thay đổi d. Tất cả đều sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Tự mắc song song có tính chất gì? a. Tăng trị số b. Giảm trị số c. Không thay đổi d. Tất cả đều sai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15	Trong thực tế thông thường người ta mắc tụ theo cách nào? a. Mắc nối tiếp b. Mắc song song c. Mắc hỗn hợp d. Tất cả các cách trên	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Tụ điện có những thông số cơ bản nào? a. Trị số b. Điện áp làm việc c. Cấp chính xác d. Tất cả các yếu tố trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Cuộn cảm có tính chất gì? a. Ngăn dòng DC b. Ngăn dòng AC c. Cả a, b đúng d. Cả a, b sai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Hệ số từ cảm của cuộn cảm phụ thuộc vào yếu tố nào? a. Số vòng dây. b. Phẩm chất lõi c. Kỹ thuật quấn. d. Cả ba điều trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Có mấy hình thức ghi trị số linh kiện thụ động? a. Ghi trực tiếp. b. Ghi bằng vòng màu. c. Ghi bằng kí tự. d. Cả ba cách trên.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Cách ghi trị số linh kiện thụ động dựa vào đâu? a. Giá trị của linh kiện. b. Kích thước của linh kiện. c. Hình dáng của linh kiện d. Cấu tạo của linh kiện.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Câu hỏi 2.

a. Điện trở là gì? Hãy kể tên một số loại điện trở và nói vài ứng dụng của nó.

Nêu vài cách đọc trị số điện trở.

b. Điện trở có mấy cách mắc cơ bản? Hãy kể tên và vẽ đoạn mạch tương ứng gồm hai điện trở. Viết biểu thức quan hệ giữa các đại lượng I, U, R trong đoạn mạch. Nêu nhận xét.

c. Tụ điện là gì? Hãy kể tên một số loại tụ điện và nói vài ứng dụng của nó.

Nêu vài cách đọc trị số điện dung.

- d. Điện dung là gì? Nêu công thức tính và cho biết tên, đơn vị của các đại lượng trong công thức. Điện dung phụ thuộc vào những yếu tố nào của tụ điện?
- e. Tụ điện có mấy cách mắc cơ bản? Hãy kể tên và vẽ đoạn mạch tương ứng gồm hai tụ điện. Viết biểu thức quan hệ giữa các đại lượng  $Q$ ,  $U$ ,  $C$  trong đoạn mạch. Nêu nhận xét.
- f. Cuộn cảm là gì? Hãy kể tên một số loại Cuộn cảm và nói vài ứng dụng của nó. Nêu vài cách đọc trị số điện cảm.
- g. Hệ số tự cảm là gì? Nêu công thức tính và cho biết tên, đơn vị của các đại lượng trong công thức. Hệ số tự cảm phụ thuộc vào những yếu tố nào của cuộn cảm?

## **BÀI 3: LINH KIỆN BÁN DẪN**

**Mã bài: 03**

### **Giới thiệu:**

Trong mạch điện tử nếu chỉ thuần các linh kiện thụ động thì không thể hoạt động được, do các thông tin không được tạo ra hoặc không được biến đổi và không được xử lý (điều chế, khuếch đại, chuyển đổi sang các dạng tín hiệu khác..). Linh kiện tích cực trong mạch giữ vai trò quan trọng không thể thiếu được, là điều kiện để tạo ra các thông tin tín hiệu, biến đổi và xử lý thông tin, là nền tảng cấu tạo nên thiết bị điện tử. Ngày nay, với sự phát triển không ngừng của khoa học, công nghệ, nhất là công nghệ bán dẫn, trong các thiết bị điện tử, chúng ta gặp chủ yếu là linh kiện bán dẫn.

### **1. Mục tiêu của bài:**

- Phân biệt các linh kiện bán dẫn có công suất nhỏ: điốt nắn điện, điốt tách sóng, led theo các đặc tính của linh kiện.
- Sử dụng bảng tra để xác định đặc tính kỹ thuật linh kiện theo nội dung bài đã học.
- Phân biệt được các loại linh kiện bằng máy đo VOM/ DVOM theo các đặc tính của linh kiện.
- Kiểm tra đánh giá chất lượng linh kiện bằng VOM/ DVOM trên cơ sở đặc tính của linh kiện.

### **2. Nội dung bài:**

#### **2.1. Khái niệm chất bán dẫn**

Mục tiêu:

- Trình bày được các tính chất của chất bán dẫn
- Trình bày được sự dẫn điện trong chất bán dẫn tinh khiết ,trong tạp chất
- Trình bày được ưu nhược điểm của chất bán dẫn

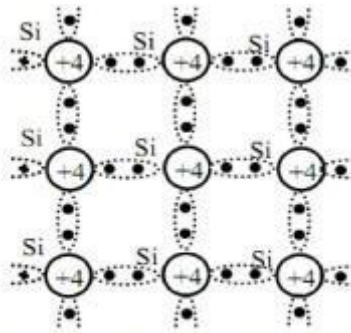
##### *2.1.1. Chất bán dẫn thuần.*

Là bán dẫn duy nhất không pha thêm chất khác vào.

Sự dẫn điện của bán dẫn thuần.

Ví dụ: Xét bán dẫn tinh khiết Si, Si có 4 điện tử ở lớp ngoài cùng, 4 điện tử này sẽ liên kết với 4 điện tử của bốn nguyên tử kế cận nó, hình thành mỗi liên kết gọi là liên kết cộng hóa trị cho nên ở nhiệt độ thấp mỗi liên kết này khá bền vững sẽ không có thừa điện tử tự do, do đó không có khả năng dẫn điện. Gọi là trạng thái trung hoà về điện.(hình 3-1)

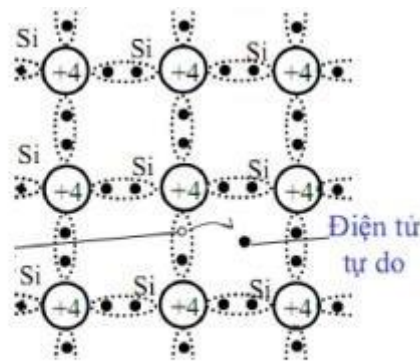




Hình 3-1. Mạng tinh thể của Si

Khi nhiệt độ tác động vào chất bán dẫn tăng lên, thì điện tử lớp ngoài cùng được cung cấp nhiều năng lượng nhất. Một số điện tử nào đó có đủ năng lượng thắng được sự ràng buộc của hạt nhân thì rời bỏ nguyên tử của nó, trở thành điện tử tự do, di chuyển trong mạng tinh thể. Chỗ của chúng chiếm trước đây trở thành lỗ trống và trở thành ion dương. Ion dương có nhu cầu lấy một điện tử bên cạnh để trở về trạng thái trung hoà về điện.

Sẽ có một điện tử của Si bên cạnh nhảy vào lấp chỗ trống. Lại tạo nên một lỗ trống khác và sẽ có một điện tử ở cạnh đó nhảy vào lấp chỗ trống.(hình 3-2)



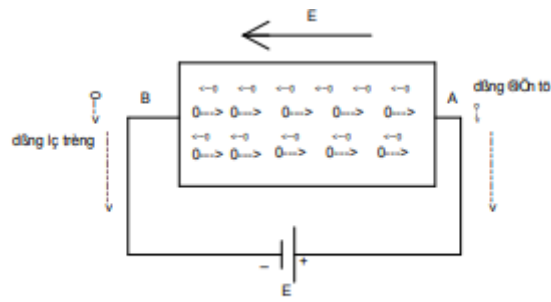
Hình 3-2. Sự tạo thành lỗ trống và điện tử tự do

Cứ như vậy, mỗi khi có một điện tử tự do thoát khỏi ràng buộc với hạt nhân của nó, di chuyển trong mạng tinh thể, thì cũng có một lỗ trống chạy trong đó.

Thực chất, sự di chuyển của lỗ trống là do di chuyển của các điện tử chạy tới lấp lỗ trống.

Trong chất bán dẫn tinh khiết bao giờ số điện tử và số lỗ trống di chuyển cũng bằng nhau. Ở nhiệt độ thấp thì chỉ có ít cặp điện tử lỗ trống di chuyển. Nhưng nhiệt độ càng cao thì càng có nhiều cặp điện tử, lỗ trống di chuyển. Sự di chuyển này không có chiều nhất định nên không tạo nên dòng điện.

Nếu bây giờ đấu thanh bán dẫn với hai cực dương, âm của một pin, thì giữa hai đầu thanh bán dẫn có một điện trường theo chiều từ A đến B (hình 3.3.). Các điện tử sẽ di chuyển ngược chiều điện trường, các điện tử tới lấp lỗ trống cũng chạy ngược chiều điện trường. Dòng điện tử và dòng lỗ trống hợp thành dòng điện trong thanh bán dẫn. nhiệt độ càng tăng thì dòng điện càng lớn. (hình 3-3).

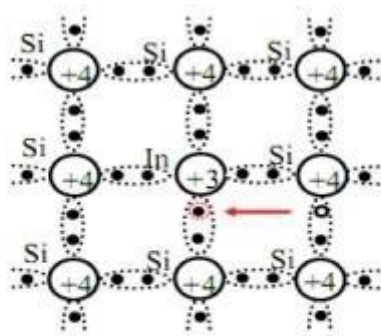


Hình 3-3. Chiều chuyển động của các điện tử và lỗ trống

### 2.1.2. Chất bán dẫn loại P.

Bán dẫn loại P còn gọi là bán dẫn lỗ trống hay bán dẫn dương.

Nếu cho một ít nguyên tử Indi (In) vào trong tinh thể gecmani tinh khiết thì ta thấy hiện tượng sau: nguyên tử indi có ba điện tử ở lớp ngoài cùng, nên ba điện tử đó chỉ liên kết với ba điện tử của ba nguyên tử gecmani chung quanh. Còn liên kết thứ tư của indi với một nguyên tử gecmani nữa thì lại thiếu mất một điện tử, chỗ thiếu đó gọi là lỗ trống, do có lỗ trống đó nên có sự di chuyển điện tử của nguyên tử gecmani bên cạnh tới lấp lỗ trống và lại tạo nên một lỗ trống khác, khiến cho một điện tử khác lại tới lấp. Do đó chất bán dẫn loại P có khả năng dẫn điện. Lỗ trống coi như một điện tích dương. Nguyên tử indi trước kia trung tính, nay trở thành ion âm, vì có thêm điện tử. (hình 3-5)



Hình 3-5. Mạng tinh thể của chất bán dẫn loại N

Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng lỗ trống. Chất bán dẫn đó là bán dẫn loại P hay còn gọi là bán dẫn dương.

Nếu có tạp chất hoá trị ba như indi (In), bo (B), gali (Ga) vào các chất bán dẫn hoá trị bốn như Ge, Si, C thì có bán dẫn loại P.

Trong chất bán dẫn loại P, lỗ trống là những hạt mang điện tích chiếm đa số. Số lượng lỗ trống phụ thuộc vào nồng độ tạp chất, còn số các cặp điện tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đấu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại P thì dưới tác động của điện trường E, các lỗ trống (đa số) và các cặp điện tử - lỗ trống đang di chuyển lung tung theo mọi hướng sẽ phải di chuyển theo hướng quy định. Nhờ đó trong mạch có dòng điện. Dòng điện do lỗ trống sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do cặp điện tử - lỗ trống. Vì thế trong bán dẫn loại P các lỗ trống là

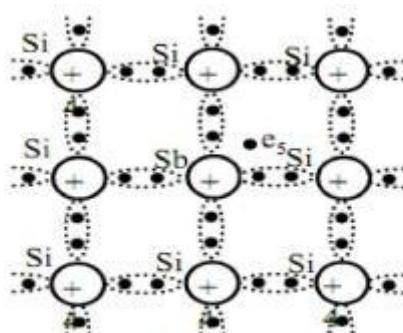
điện tích đa số.

### 2.1.3. Chất bán dẫn loại N.

Bán dẫn loại N còn gọi là bán dẫn điện tử hay bán dẫn âm..

Nếu cho một ít tạp chất antimoan (Sb) vào tinh thể Si tinh khiết ta thấy hiện tượng sau: nguyên tử Sb có năm điện tử ở lớp ngoài cùng, nên chỉ có 4 điện tử của antimoan (Sb) kết hợp với bốn điện tử liên kết giữa antimoan (Sb) và bốn nguyên tử Si, còn điện tử thứ năm thì thừa ra. Nó không bị ràng buộc với một nguyên tử Si nào, nên trở thành điện tử tự do di chuyển trong tinh thể chất bán dẫn. Do đó, khả năng dẫn điện của loại bán dẫn này tăng lên rất nhiều so với chất bán dẫn thuần.

Nồng độ tạp chất antimoan (Sb) càng cao thì số điện tử thừa càng nhiều và chất bán dẫn càng dẫn điện tốt. Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng điện tử. Chất bán dẫn đó gọi là chất bán dẫn N. (hình 3-4)



Hình 3-4. Mạng tinh thể của chất bán dẫn loại N

Nếu cho tạp chất hoá trị 5 như photpho (P), asen (As), antimoan (Sb) vào các chất hoá trị 4 như gecmani (Ge), silic (Si), cacbon (C) ta có bán dẫn N. Trong chất bán dẫn loại N thì các điện tử thừa là các hạt điện tích âm chiếm đa số. Số lượng điện tử thừa phụ thuộc nồng độ tạp chất. Còn số các cặp điện tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đấu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại N, thì dưới tác động của điện trường E các điện tử chạy ngược chiều điện trường còn các lỗ trống chạy cùng chiều điện trường. Nhờ đó trong mạch có dòng điện.

Dòng điện do các điện tử thừa sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do các cặp điện tử - lỗ trống tạo nên. Vì thế các điện tử thừa này gọi là điện tích đa số.

## 2.2. Tiếp giáp P-N; điốt tiếp mặt.

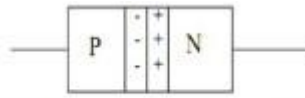
Mục tiêu :

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của tiếp giáp bán dẫn PN
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc, đặc tuyến volt - Ampe của điốt tiếp mặt

### 2.2.1. Tiếp giáp P-N.

#### 2.2.1.1. Cấu tạo:

Ghép bán dẫn loại N và bán dẫn loại P tiếp xúc với nhau sẽ hình thành một lớp tiếp xúc P - N. Trong bán dẫn P lỗ trống là các điện tích đa số, còn trong bán dẫn N là các điện tử thừa. (hình 3-6)



Hình 3-6. Cấu tạo mối nối PN

Nguyên lí hoạt động:

- Khi chưa có điện trường ngoài đặt lên tiếp xúc :

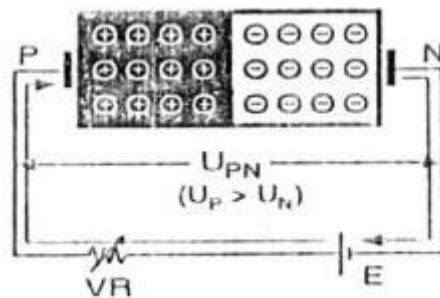
Khi ghép hai loại bán dẫn P và N với nhau thì điện tử thừa của N chạy sang P và các lỗ trống của bán dẫn P chạy sang N. Chúng gặp nhau ở vùng tiếp giáp, tái hợp với nhau và trở nên trung hoà về điện.

Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn P, do mất lỗ trống nên chỉ còn lại những ion âm. Vì vậy, ở vùng đó có điện tích âm. Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn N, do mất điện tử thừa, nên chỉ còn lại những ion dương. Vì vậy ở vùng đó có điện tích dương, do đó, hình thành điện dung ở mặt tiếp giáp. Đến đây, sự khuếch tán qua lại giữa P và N dừng lại.

Vùng tiếp giáp đã trở thành một bức rào ngăn không cho lỗ trống từ P chạy qua N và điện tử N chạy qua P. Riêng các hạt mang điện tích thiểu số là các điện tử trong bán dẫn P và các lỗ trống trong bán dẫn N là có thể vượt qua tiếp giáp, vì chúng không bị ảnh hưởng của bức xạ hàng rào ngăn, mà chỉ phụ thuộc nhiệt độ.

- Khi có điện trường ngoài đặt lên tiếp xúc :

+ Phân cực thuận (hình 3-7).

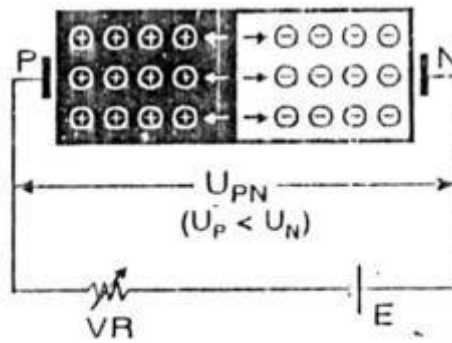


Hình 3-7. Phân cực thuận cho mối nối PN

Do tác dụng của điện trường E, các điện tử thừa trong N chạy ngược chiều điện trường vượt qua tiếp giáp sang P, để tái hợp với các lỗ trống trong P chạy về phía tiếp giáp. Điện tử tự do từ âm nguồn sẽ chạy về bán dẫn N để thay thế, tạo nên dòng thuận có chiều ngược lại.

Dòng thuận tăng theo điện áp phân cực. Ngoài ra, phải kể đến sự tham gia vào dòng thuận của các điện tử trong cặp điện tử - lỗ trống. Khi nhiệt độ tăng lên thì thành phần này tăng, làm cho dòng thuận tăng lên.

+ Phân cực ngược (hình 3-8)



Hình 3-8. Phân cực ngược cho mối nối PN

Do tác động của điện trường E các điện tử thừa trong N và các lỗ trống trong P đều di chuyển về hai đầu mà không vượt qua được tiếp giáp, nên không tạo nên được dòng điện. Chỉ còn một số điện tích thiếu số là những lỗ trống trong vùng bán dẫn N và các điện tử trong vùng bán dẫn P (của cặp điện tử - lỗ trống) mới có khả năng vượt qua tiếp giáp. Chúng tái hợp với nhau.

Do đó có một dòng điện tử rất nhỏ từ cực âm nguồn chạy tới để thay thế các điện tử trong P chạy về phía N và tạo nên dòng điện ngược rất nhỏ theo chiều ngược lại. Gọi là dòng ngược vì nó chạy từ bán dẫn âm (N) sang bán dẫn dương (P). Dòng ngược này phụ thuộc vào nhiệt độ và hầu như không phụ thuộc điện áp phân cực. Đến khi điện áp phân cực ngược tăng quá lớn thì tiếp giáp bị đánh thủng và dòng ngược tăng vọt lên.

### 2.2.2. Điốt tiếp mặt.

Cấu tạo – Kí hiệu : Điốt tiếp mặt gồm hai bán dẫn loại P và loại N tiếp giáp nhau. Đầu bán dẫn P là cực dương (Anốt), đầu bán dẫn N là cực âm (Katốt) (hình 3-9)



Hình 3-9. Cấu tạo và kí hiệu của Diode

Điốt tiếp mặt có nhiều cỡ to nhỏ, hình thức khác nhau. Do diện tiếp xúc lớn, nên dòng điện cho phép đi qua có thể lớn hàng trăm miliampe đến hàng chục ampe, điện áp ngược có thể từ hàng trăm đến hàng ngàn vôn. Nhưng điện dung giữa các cực lớn tới hàng chục picôfara trở lên, nên chỉ dùng được ở tần số thấp để nắn điện.

Nguyên lý làm việc của điốt tiếp mặt :

Phân cực thuận diode  $V_A > V_K$  ( $V_{AK} > 0$ ) : nối A với cực dương của nguồn, K với cực âm của nguồn.

Điện tích âm của nguồn đẩy điện tử trong N về lớp tiếp xúc. Điện tích dương của nguồn đẩy lỗ trống trong P về lớp tiếp xúc, làm cho vùng khiếm khuyết càng hẹp lại. Khi lực đẩy đủ lớn thì điện tử từ vùng N qua lớp tiếp xúc, sang vùng P và đến cực dương của nguồn....Lực đẩy đủ lớn là lúc diode có  $V_{AK}$  đạt giá trị

$V_\gamma$ , lúc này diode có dòng thuận chạy theo chiều từ A sang K.  $V_\gamma$  được gọi là điện thế ngưỡng (điện thế thêm, điện thế mở).

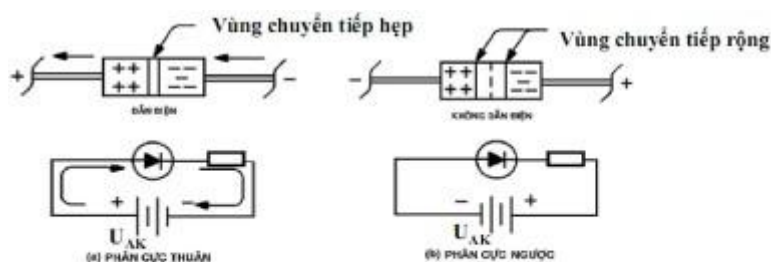
Đối với loại Si có  $V_\gamma = 0,6 \text{ V}$  (0,7 V); Ge có  $V_\gamma = 0,2 \text{ V}$ .

Phân cực nghịch diode  $V_A < V_K$  ( $V_{AK} < 0$ ) : nối A với cực âm của nguồn, K với cực dương của nguồn.

Điện tích âm của nguồn sẽ hút lỗ trống của vùng P, điện tích dương của nguồn sẽ hút điện tử của vùng N, làm cho điện tử và lỗ trống càng xa nhau hơn. Vùng khiếm khuyết càng rộng ra nên hiện tượng tái hợp giữa điện tử và lỗ trống càng khó khăn hơn.

Như vậy, sẽ không có dòng qua diode. Tuy nhiên, ở mỗi vùng bán dẫn còn có hạt tải thiểu số nên một số rất ít điện tử và lỗ trống được tái hợp tạo nên dòng điện nhỏ đi từ N qua P gọi là dòng nghịch (dòng rỉ, dòng rò). Dòng này rất nhỏ cỡ vài nA. Nhiều trường hợp coi như diode không dẫn điện khi phân cực nghịch.

Tăng điện áp phân cực nghịch lên thì dòng xem như không đổi, tăng quá mức thì diode hư (bị đánh thủng). Nếu xét dòng điện rỉ thì diode có dòng nhỏ chạy theo chiều từ K về A khi phân cực nghịch. (hình 3-10)



Hình 3-10. Nguyên lý hoạt động của diôt

Đặc tuyến volt - Ampe

$I_s$ : dòng bão hòa nghịch

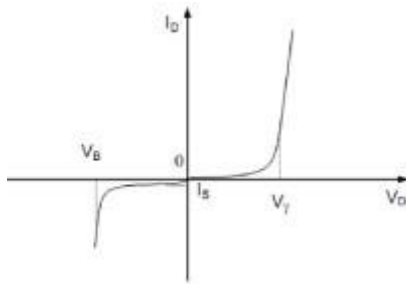
$V_\gamma$  : Điện thế ngưỡng

$V_B$ : Điện thế đánh thủng

Đầu tiên phân cực thuận diode, tăng  $V_{DC}$  từ 0 lên, khi  $V_D = V_\gamma$  thì diode bắt đầu có dòng qua.  $V_\gamma$  được gọi là điện thế thêm (điện thế ngưỡng, điện thế mở) và có trị

số phụ thuộc chất bán dẫn. Sau khi  $V_D$  vượt qua  $V_\gamma$  thì dòng điện sẽ tăng theo hàm số mũ .

Phân cực ngược diode: tăng  $U_{AK}$  thì chỉ có dòng rò rất nhỏ chạy qua diod . Khi  $U_{AK}$  tăng tới giá trị  $V_B$  thì dòng ngược bắt đầu tăng mạnh. Tiếp tục tăng  $U_{AK}$  thì dòng ngược tăng rất nhanh nhưng điện áp qua tiếp xúc PN chỉ lớn hơn  $V_B$  rất ít.(hình 3-11).



Hình 3-11. Đặc tuyến Volt – Ampe.

### 2.3. Cấu tạo, phân loại và các ứng dụng cơ bản của điốt.

Mục tiêu:

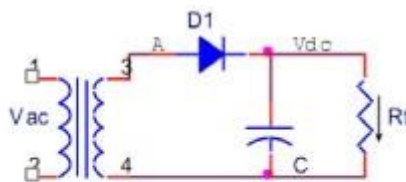
- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc, ứng dụng cơ bản của các loại điốt
- Vẽ được sơ đồ và trình bày được nguyên lý làm việc của các mạch điện chỉnh lưu bằng điốt

#### 2.3.1. Điốt nắn điện.

Do đặc tính làm việc ở dòng lớn, áp cao nên điốt nắn điện được dùng là điốt tiếp mặt như đã trình bày ở phần trên.

Các mạch nắn điện cơ bản:

- Mạch nắn điện bán kỳ: (hình 3-12)



Hình 3-12. Mạch nắn điện một bán kỳ

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch như sau:

T: Biến áp dùng để tăng hoặc giảm áp (Thông thường là giảm áp)

D: Điốt nắn điện.

C: Tụ lọc xoay chiều.

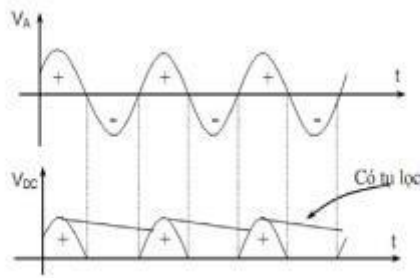
Nguyên lý hoạt động của mạch như sau:

Điện áp xoay chiều ngõ vào  $V_{ac}$  in qua biến áp được tăng hoặc giảm áp. Được đưa đến Điốt nắn điện.

Giả sử bán kỳ đầu tại A (+) : D được phân cực thuận nên dẫn điện nạp điện cho tụ C, có dòng  $I_L$  qua tải và cho ra điện thế trên tải  $V_{DC}$  dạng bán kỳ dương gần bằng  $U_A$ .

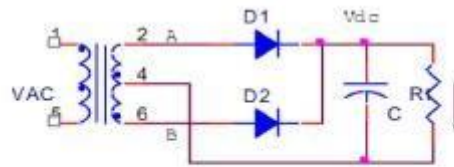
Bán kỳ kế tiếp tại A (-) : D phân cực nghịch nên không có dòng hay dòng qua tải bằng không và  $V_{DC} = 0$ . Tụ xả điện .

Điện áp trên tải là điện áp một chiều còn nhấp nháy. Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng điện áp chỉnh lưu, người ta mắc thêm tụ lọc C. (hình 3-13)



Hình 3-13. Dạng sóng vào, ra của mạch chỉnh lưu bán ki.

- Mạch nắn điện toàn kỳ dùng hai điốt: (hình 3-14)



Hình 3-14. Mạch nắn điện toàn ki dùng hai điốt

Nguyên lí hoạt động như sau:

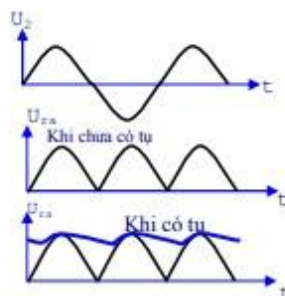
Mạch dùng biến áp đảo pha, cuộn thứ cấp có ba đầu ra, điểm giữa chia cuộn thứ thành hai nửa cuộn bằng nhau và ngược pha nhau. Điều này giúp cho diode  $D_1$

và  $D_2$  luân phiên dẫn điện trong mỗi bán kỳ.

giả sử bán kỳ đầu tại A (+), B (-) :  $D_1$  dẫn điện,  $D_2$  ngưng dẫn, cấp dòng qua tải có chiều như hình vẽ, tạo hiệu điện thế  $U_{DC}$  giữa 2 đầu tải.

Bán kỳ kế tiếp A (-), B (+) :  $D_1$  ngưng dẫn,  $D_2$  dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều như hình vẽ, tạo ra  $V_{DC}$ .

Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng điện áp chỉnh lưu ta mắc thêm tụ lọc C. (hình 3-15)



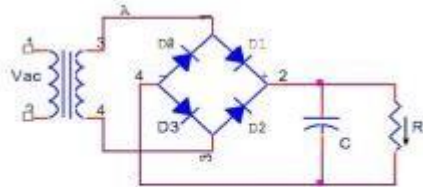
Hình 3-15. Dạng sóng vào, ra của mạch nắn điện toàn ki



Đặc điểm của mạch là phải dùng biến áp mà cuộn sơ cấp có điểm giữa nên không thuận tiện cho mạch nếu không dùng biến áp, hoặc biến áp không có điểm

giữa. Để khắc phục nhược điểm này, thông thường trong thực tế người ta dùng mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu.

- Mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu: (hình 3-16)



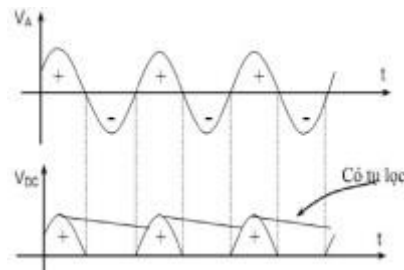
Hình 3-16. Mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu

Nguyên lí hoạt động như sau:

Giả sử bán kì đầu tại A (+) : D<sub>1</sub> và D<sub>3</sub> dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều từ trên hướng xuống. D<sub>2</sub> và D<sub>4</sub> ngưng dẫn.

Bán kì kế tiếp tại A (-) : D<sub>1</sub> và D<sub>3</sub> ngưng dẫn, D<sub>2</sub> và D<sub>4</sub> dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều từ trên hướng xuống.

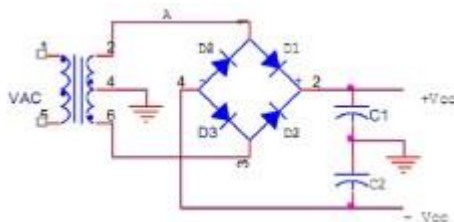
Dạng sóng vào, ra của mạch như (hình 3-17)



Hình 3-17. Dạng sóng vào, ra của mạch chỉnh lưu cầu.

Như vậy, những mạch trên có điện áp ra trên tải là điện áp một chiều còn bị nhấp nháy. Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng ra ta mắc thêm tụ lọc C song song với tải.

- Chỉnh lưu âm dương.(hình 3-18)



Hình 3-18. Mạch chỉnh lưu âm dương

Mạch dùng biến áp đảo pha và cầu diode.

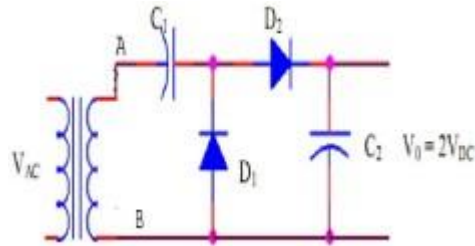
$C_1$  và  $C_2$  là 2 tụ lọc nguồn.

Ngõ ra là hai nguồn điện áp một chiều đối xứng  $\pm V_{CC}$ .

- Mạch nhân áp

Mạch có tác dụng chỉnh lưu và nâng cao được điện áp ra lên 2, 3, n lần điện áp đỉnh của nguồn xoay chiều.

Mạch chỉnh lưu tăng đôi điện thế kiểu Schenbel.(hình 3-19)



Hình 3-19. Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp kiểu Schenbel.

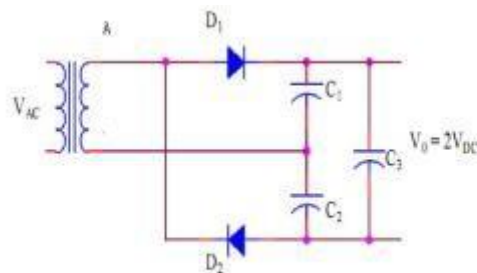
Giả sử bán kì đầu tại A (-), B (+) :  $D_1$  dẫn điện,  $D_2$  ngưng dẫn, dòng điện chạy từ dương qua  $D_1$  nạp vào tụ  $C_1$  một hiệu điện thế  $V_{DC}$  có cực tính như hình vẽ...  
bán kì kế tiếp tại A (+), B (-) :  $D_1$  ngưng dẫn,  $D_2$  dẫn điện với điện thế áp vào  $D_2$  gồm: điện thế tụ  $C_1$  nối tiếp với điện thế xoay chiều bán kì dương.

Như vậy  $D_2$  dẫn nạp vào tụ  $C_2$  một hiệu điện thế là  $2V_{DC}$  cấp điện cho tải.

Mạch chỉnh lưu tăng đôi điện thế kiểu Latour

Giả sử tại A là bán kì dương,  $D_1$  dẫn điện,  $D_2$  ngưng dẫn, dòng điện qua  $D_1$  nạp vào tụ  $C_1$  một hiệu điện thế là  $U_2$ . Bán kì kế tiếp tại A là bán kì âm,  $D_1$  ngưng dẫn,  $D_2$  dẫn điện, dòng điện qua  $D_2$  nạp vào tụ  $C_2$  một lượng điện thế  $V_{DC}$ .

Như vậy cả chu kì điện xoay chiều vào, điện thế một chiều ở ngõ ra gồm hiệu điện thế giữa hai đầu tụ  $C_1$  cộng với hiệu điện thế giữa hai đầu tụ  $C_2$  được nạp ở tụ  $C_3$ . Nó chính là  $2V_{DC}$  cấp điện cho tải. (hình 3-20)

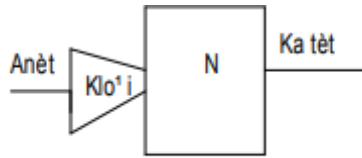


Hình 3-20. Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp kiểu Latour

### 2.3.2. Điốt tách sóng.

Hình dạng nhỏ thuộc loại tiếp điểm, hoạt động tần số cao. Cũng làm nhiệm vụ như diode chỉnh lưu nhưng chủ yếu là với tín hiệu nhỏ và ở tần số cao. Diode này chịu dòng từ vài mA đến vài chục mA. Thường là loại Ge.

- Cấu tạo: (hình 3-21)



Hình 3-21. Cấu tạo của điôt tách sóng

Gồm mũi nhọn kim loại là cực dương, thì lên mặt một miếng bán dẫn loại N là cực âm.

- Kí hiệu: giống như điôt tiếp mặt .(hình 3-22)



Hình 3-22. Ký hiệu của điôt tách sóng

- Tính chất: - thể tích nhỏ, công suất nhỏ, điện dung giữa hai cực nhỏ, nên dùng ở tần số cao.

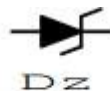
Vùng tiếp xúc của điôt tiếp điểm nhỏ, nên dòng điện cho phép qua điôt thường không quá 10 ÷ 15mA và điện áp ngược không quá vài chục volt

- Ứng dụng: Thường dùng để tách sóng tín hiệu trong các thiết bị thu vô tuyến, thiết bị có chức năng biến đổi thông tin ....

### 2.3.3. Điôt zener.

- Cấu tạo : Diode zener có cấu tạo giống diode thường nhưng chất bán dẫn được pha tạp chất với tỉ lệ cao hơn và có tiết diện lớn hơn diode thường, thường dùng bán dẫn chính là Si. (hình 3-23)

- Kí hiệu:



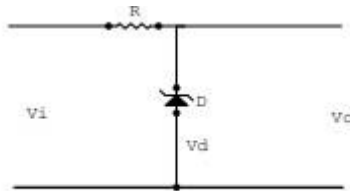
Hình 3-23. Ký hiệu của điôt zêne

- Tính chất:

Trạng thái phân cực thuận điôt zêne có đặc tính giống như điôt nắn điện thông thường.

Trạng thái phân cực ngược do pha tạp chất với tỉ lệ cao nên dòng rỉ lớn và điện áp ngược thấp, điện áp đó gọi là điện áp zêne Vz. Khi phân cực ngược đến trị số Vz thì dòng qua điôt tăng mà điện áp không tăng.

- Ứng dụng: Lợi dụng tính chất của Điôt zêne mà người ta có thể giữ điện áp tại một điểm nào đó không đổi gọi là ghim áp hoặc ổn áp (hình 3-24).



Hình 3-24. Mạch điện sử dụng điốt zêne

Nếu điện áp ngõ vào là tín hiệu có biên độ cao hơn điện áp  $V_z$  thì ngõ ra tín hiệu bị xén mất phần đỉnh chỉ còn lại khoảng biên độ bằng  $V_z$

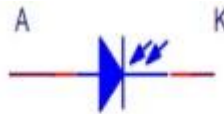
Nếu điện áp ngõ vào là điện áp DC cao hơn  $V_z$  thì ngõ ra điện áp DC chỉ bằng  $V_z$ . Nếu điện áp ngõ vào cao hơn rất nhiều  $V_z$ . Dòng qua điốt zêne tăng cao đến một giá trị nào đó vượt qua giá trị cho phép thì điốt bị đánh thủng. Làm cho điện áp ngõ ra bị triệt tiêu. Tính chất này được dùng trong các bộ nguồn để bảo vệ chống quá áp ở nguồn đảm bảo an toàn cho mạch điện khi nguồn tăng cao.

R trong mạch giữ vai trò là điện trở hạn dòng hay giảm áp.

#### 2.3.4. Điốt phát quang.

Cấu tạo: Điốt quang có cấu tạo gần giống như điốt tách sóng nhưng vỏ bọc cách điện thường được làm bằng lớp nhựa hay thủy tinh trong suốt để dễ dàng nhận ánh sáng từ bên ngoài chiếu vào mối nối PN.

Kí hiệu: (hình 3-25)



Hình 3-25. Ký hiệu của điốt quang

-Tính chất:

Khi bị che tối: điện trở nghịch vô cùng lớn, điện trở thuận lớn.

Khi bị chiếu sáng: Điện trở nghịch giảm thấp khoảng vài chục  $K\Omega$ . Điện trở thuận rất nhỏ khoảng vài trăm Ohm.

- Ứng dụng: Điốt quang được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điều khiển tự động ở mọi ngành có ứng dụng kỹ thuật điện tử. Như máy đếm tiền, máy đếm sản phẩm, Cửa mở tự động, Tự động báo cháy v.v.

#### 2.3.5. Phát quang: LED (Light Emitting Diode)

- Cấu tạo: Lợi dụng tính chất bức xạ quang của một số chất bán dẫn khi có dòng điện đi qua có màu sắc khác nhau. Lợi dụng tính chất này mà người ta chế tạo các Led có màu sắc khác nhau. (hình 3-26)



-Kí hiệu:

Hình 3-26. Ký hiệu của LED

-Tính chất:: Led có điện áp phân cực thuận cao hơn điôt nắn điện nhưng điện áp phân cực ngược cực đại thường không cao khoảng 1,4 - 2,8V. Dòng điện khoảng 5mA - 20mA.

-Ứng dụng: Thường được dùng trong các mạch báo hiệu, chỉ thị trạng thái của mạch. Như báo nguồn, chỉ báo âm lượng...

## 2.4. Tranzito BJT.

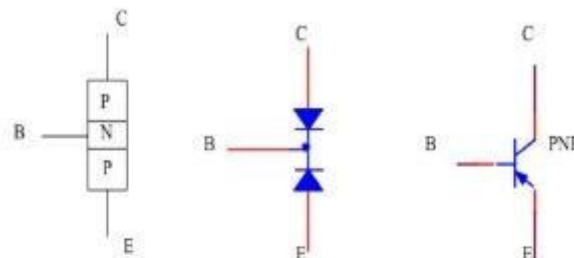
Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý hoạt động, các tính chất cơ bản của transistor
- Vẽ được sơ đồ các cách mắc cơ bản của transistor
- Trình bày được đường đặc tuyến, phân cực của tranzitor

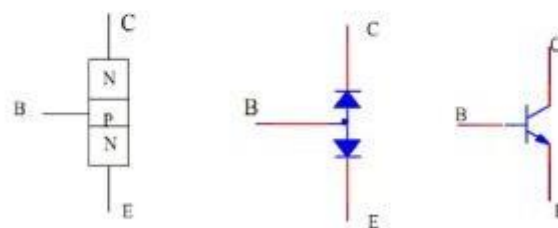
### 2.4.1. Cấu tạo, ký hiệu.

Transistor mỗi nối lưỡng cực (BJT) được phát minh vào năm 1948 bởi John Bardeen và Walter Brittain tại phòng thí nghiệm Bell (ở Mỹ). Một năm sau nguyên lý hoạt động của nó được William Shockley giải thích. Những phát minh ra BJT đã được trao giải thưởng Nobel Vật lý năm 1956. Sự ra đời của BJT đã ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển điện tử học.

BJT  $\equiv$  Bipolar Junction Transistor  $\equiv$  Transistor mỗi nối lưỡng cực  $\equiv$  Transistor tiếp xúc lưỡng cực  $\equiv$  Transistor lưỡng nối  $\equiv$  Transistor lưỡng cực.



Hình 3-28. Cấu tạo và ký hiệu của BJT loại PNP



Hình 3-29. Cấu tạo và ký hiệu của BJT loại NPN

Tranzito lưỡng cực là linh kiện bán dẫn gồm 3 lớp bán dẫn P,N xếp xen kẽ tạo thành 2 chuyển tiếp pn. Tranzitor được sử dụng điều khiển chuyển mạch hoặc điều khiển khuếch đại.

Tuỳ theo trình tự sắp xếp giữa bán dẫn loại N và P mà ta có Tranzitor loại NPN hay Tranzitor loại PNP

Cấu tạo: với  $T_{NPN}$

Miền thứ 1 ( miền N ): gọi là miền Emitec có nồng độ pha tạp cao nhất , đóng vai trò phát xạ hạt dẫn .Điện cực nối với miền Emitec gọi là điện cực Emitec (E).

Miền thứ 2 ( miền P ) : Gọi là miền Bạo. miền này có nồng độ pha tạp thấp nhất đóng vai trò truyền đạt hạt dẫn . Điện cực nối với miền Bạo gọi là điện cực Bạo (B).

Miền thứ 3 (miền N) : gọi là miền Collecter có nồng độ pha tạp cao hơn miền Bạo nhưng thấp hơn miền Emitec , đóng vai trò thu gom hạt dẫn .Điện cực nối với miền Collecter gọi là điện cực Collecter (C).

Chuyển tiếp giữa miền Emitec - Bạo gọi là chuyển tiếp Emitec(  $E_J$  )

Chuyển tiếp giữa miền Bạo - Collecter gọi là chuyển tiếp Collecter (  $C_J$  ).

Hoạt động :

Để Transito hoạt động ta cần phải đưa điện áp 1 chiều tới các cực của Transito gọi là phân cực cho Transito .

Chế độ khuếch đại : JE phân cực thuận , JC phân cực ngược

Do JE phân cực thuận nên các hạt đa số sẽ khuếch tán qua chuyển tiếp JE tới miền B tạo dòng IE ( điện tử từ miền E chuyển sang miền B , lỗ trống từ miền B chuyển sang miền E ) .

Tại B các hạt đa số chuyển thành các hạt thiểu số , 1 phần tái hợp với lỗ trống trong B tạo dòng IB . Vì độ rộng miền B mỏng , nồng độ hạt đa số trong miền B ít hơn nhiều so với miền E và JC phân cực ngược nên điện tử ở miền B được cuốn sang miền C tạo dòng IC .

Dòng IC tạo bởi 2 thành phần : dòng của hạt đa số điện tử từ miền E và dòng của các hạt thiểu số ( điện tử ở B khi chưa có sự khuếch tán từ E sang và lỗ trống trong miền C ) .

Dòng của hạt thiểu số gọi là dòng ngược  $ICB0 \ll$  cỡ nA áp dụng định luật Kirrchoff ta có :

Chế độ cắt dòng : JE và JC phân cực ngược

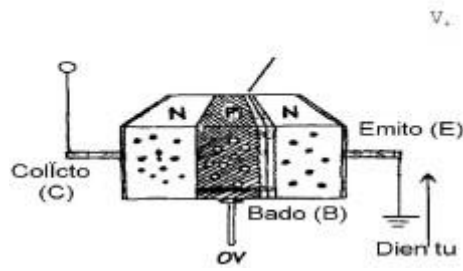
Điện trở của transitor rất lớn và qua transitor chỉ có dòng điện ngược rất nhỏ của chuyển tiếp colecter  $ICB0$

Chế độ bão hoà : JE ,JC phân cực thuận

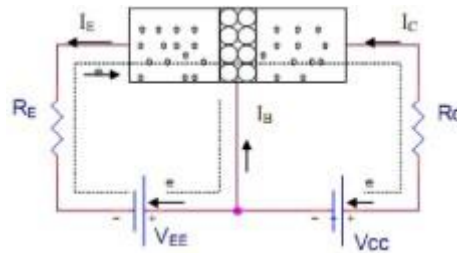
Điện trở của hai chuyển tiếp JE , JC rất nhỏ , dòng qua Transito là dòng C I rất lớn và gần bằng dòng bão hoà .

Chế độ khuếch đại là sử dụng transitor như một phần tử tuyến tính để khuếch đại tín hiệu , trong khi chế độ bão hoà và chế độ cắt dòng transitor hoạt động như một khóa điện tử với hai trạng thái đóng mở .

Tranzito ngưng dẫn



Hình 3-30. Mô tả trạng thái ngưng dẫn của tranzito



Hình 3-31. Mô tả trạng thái dẫn của tranzito

Từ mô tả trên ta có quan hệ dòng trong transistor như sau :

- $I_E = I_B + I_C$
- Hệ số khuếch đại dòng điện ở chế độ một chiều :

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B}$$

$\beta$  thường là giá trị không đổi từ 10 ÷ 500 nhưng có thể thay đổi theo nhiệt độ và theo điện áp collector – emitter.

- Hệ số truyền đạt dòng ở chế độ một chiều :  $\alpha_{DC} = \frac{I_C}{I_E}$

### 2.4.2. Các tính chất cơ bản.

#### 2.4.2.1. Các qui tắc quan trọng:

Qui tắc 1: Đối với tranzito npn, điện áp tại colector VC phải lớn hơn điện áp tại emitơ VE ít nhất là vài phần mười của một vôn, nếu không thì dòng sẽ không chảy qua tiếp giáp colector-emitơ. Đối với tranzito pnp, điện áp emitơ phải lớn hơn điện áp colector một lượng tương tự.

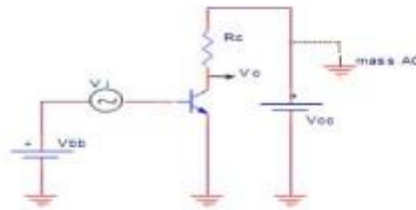
Qui tắc 2: Đối với tranzito npn, có sụt áp từ bado đến emitơ là 0,6 V. Đối với tranzito pnp, có điện áp 0,6 -V tăng từ bado đến emitơ. Về ý nghĩa hoạt động, điều đó có nghĩa là điện áp bajor VB của tranzito npn ít nhất phải lớn hơn điện áp VE là 0,6 V; nếu không thì tranzito sẽ không cho một dòng qua emitơ-colector. Đối với tranzito pnp, VB ít nhất phải nhỏ hơn điện áp VE là 0,6 V, nếu không thì tranzito sẽ không cho một dòng chảy từ colector đến emitơ.

#### 2.4.2.2. Các cách mắc cơ bản của transistor

Trong các mạch điện, BJT được xem như một mạng 4 cực: tín hiệu được đưa vào hai chân cực và tín hiệu lấy ra cũng trên hai chân cực.

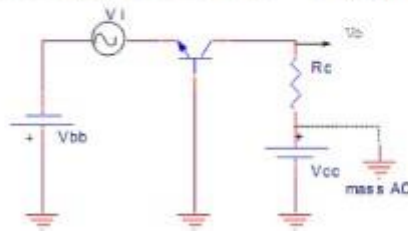
BJT có 3 cực là E, B, C nên khi sử dụng ta phải đặt một chân cực làm dây chung của mạch vào và mạch ra. Ta có thể chọn một trong 3 chân cực để làm cực chung cho mạch vào và mạch ra. Do đó, Transistor có 3 cách mắc cơ bản là mạch cực phát chung (CE), mạch cực gốc chung (CB), và mạch cực góp chung (CC).

Mạch cực phát chung (Common Emitter  $\equiv$  CE) .(hình 3-32)



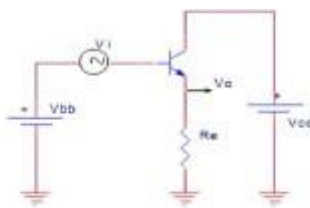
Hình 3-32. BJT mắc kiểu cực phát chung.

BJT mắc kiểu cực nền chung (Common Base  $\equiv$  CB) .(hình 3-33)



Hình 3-33. BJT mắc kiểu cực nền chung.

BJT mắc kiểu cực thu chung (Common Collector  $\equiv$  CC) .(hình 3-34)



Hình 3-34. BJT mắc kiểu cực thu chung.

CE: -Tín hiệu vào B so với E, tín hiệu ra C so với E

- Pha giữa tín hiệu vào và ra: đảo pha.
- Hệ số khuếch đại  $A_i$ ,  $A_v$  lớn.

CB: -Tín hiệu vào E so với B, tín hiệu ra C so với B

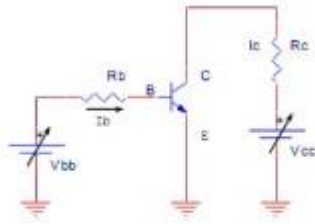
- Pha giữa tín hiệu vào và ra: cùng pha.
- Hệ số khuếch đại  $A_v$  lớn,  $A_i \approx 1$ .

CC: - Tín hiệu vào B so với C, tín hiệu ra E so với



- Pha giữa tín hiệu vào và ra: cùng pha.
- Hệ số khuếch đại  $A_i$  lớn,  $A_v \approx 1$ .

### 2.4.2.3. Đặc tuyến của BJT.(hình 3-35)

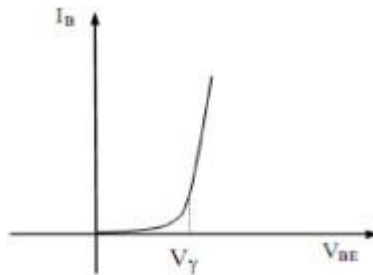


Hình 3-35 . Mạch khảo sát đặc tuyến của BJT.

Xét mạch như hình 3.25. Với  $V_{BE}$  là hiệu điện thế giữa cực nền B và cực phát E.  $V_{CE}$  là hiệu điện thế giữa cực thu C và cực phát E.

Đặc tuyến ngõ vào  $I_B(V_{BE})$  ứng với  $V_{CE} = \text{const}$

Chọn nguồn  $V_{CC}$  dương xác định để có  $V_{CE} = \text{const}$ . Chính nguồn  $V_{BB}$  để thay đổi  $V_{BE}$  từ 0 tăng lên đến giá trị nhỏ hơn điện thế ngưỡng  $V_\gamma$  thì đo dòng  $I_B \approx 0$ . Tiếp tục tăng nguồn  $V_{BB}$  để có  $V_{BE} = V_\gamma$  thì bắt đầu có dòng  $I_B$  và  $I_B$  cũng tăng theo dạng hàm số mũ như dòng  $I_D$  của diode phân cực thuận.(hình 3-36)



Hình 3-36. Đặc tuyến ngõ vào của BJ

Đặc tuyến truyền dẫn  $I_C(V_{BE})$  ứng với  $V_{CE} = \text{const}$

Để khảo sát đặc tuyến này, ta đo, chỉnh nguồn tương tự đặc tuyến ngõ vào nhưng dòng thì đo  $I_C$ , quan sát xem  $I_C$  thay đổi như thế nào khi  $V_{BE}$  thay đổi. Ta có

đặc tuyến truyền dẫn  $I_C(V_{BE})$  có dạng giống như đặc tuyến ngõ vào  $I_B(V_{BE})$  nhưng

dòng  $I_C$  có trị số lớn hơn  $I_B$  nhiều lần.

$$I_C = \beta I_B$$

Đặc tuyến ngõ ra  $I_C(V_{CE})$  ứng với  $I_B = \text{const}$

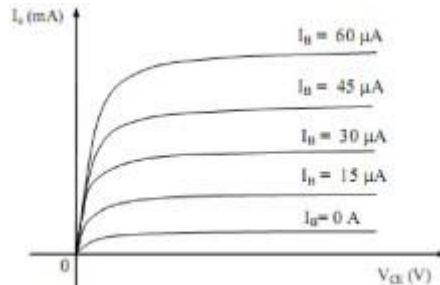
Nguồn  $V_{BB}$  phân cực thuận mỗi nối P – N giữa B và E để tạo dòng  $I_B$ . Khi điện thế  $V_B < V_\gamma$  tức  $V_{BE} < V_\gamma$  thì có dòng  $I_B = 0$  và  $I_C = 0$  mặc dù có tăng nguồn.

Khi điện thế  $V_{BE} \geq V_\gamma$  thì có dòng  $I_B \neq 0$ . Thay đổi  $V_{BB}$  để  $I_B$  có trị số nào đó, dùng máy đo, giả sử đo được  $I_B = 15 \mu A$ . Lúc này giữ cố định  $I_B$  bằng cách

không đổi

$V_{BB}$ , tiếp theo thay đổi  $V_{CC} \rightarrow V_{CE}$  thay đổi, đo dòng  $I_C$  tương ứng với  $V_{CE}$  thay đổi.

Ban đầu  $I_C$  tăng nhanh theo  $V_{CE}$ , nhưng đến giá trị cỡ  $I_C = \beta I_B$  thì  $I_C$  gần như không tăng mặc dù hiệu điện thế  $V_{CE}$  tăng nhiều.



Hình 3-37 . Họ đặc tuyến ngõ ra của BJT

Muốn  $I_C$  tăng cao hơn thì phải tăng  $V_{BB}$  để có  $I_B$  tăng cao hơn, tiếp tục thay đổi  $V_{CC}$  để đo  $I_C$  tương ứng, ta cũng thấy lúc đầu  $I_C$  tăng nhanh theo  $V_{CE}$ , nhưng đến giá trị bão hòa  $I_C = \beta I_B$ ,  $I_C$  gần như không tăng mặc dù  $V_{CE}$  vẫn tăng.

Khảo sát tương tự  $I_C(V_{CE})$  ở những giá trị  $I_B$  khác nhau ta có họ đặc tuyến ngõ ra như (hình 3-27)

Trên đây ta đã xét đặc tuyến của BJT mắc kiểu CE. Ta cũng có thể xét đặc tuyến của BJT mắc kiểu khác:

BJT mắc kiểu CB:

- Đặc tuyến ngõ vào  $I_E(V_{EB})$  ứng với  $V_{CB} = \text{const}$ .
- Đặc tuyến truyền dẫn  $I_C(V_{EB})$  ứng với  $V_{CB} = \text{const}$ .
- Đặc tuyến ngõ ra  $I_C(V_{CB})$  ứng với  $I_E = \text{const}$ .

BJT mắc kiểu CC:

- Đặc tuyến ngõ vào  $I_B(V_{BC})$  ứng với  $V_{EC} = \text{const}$ .
- Đặc tuyến truyền dẫn  $I_E(V_{BC})$  ứng với  $V_{EC} = \text{const}$ .
- Đặc tuyến ngõ ra  $I_E(V_{EC})$  ứng với  $I_B = \text{const}$

## 2.5. Tranzito trường.

### 2.5.1. Phân loại, cấu tạo, ký hiệu.

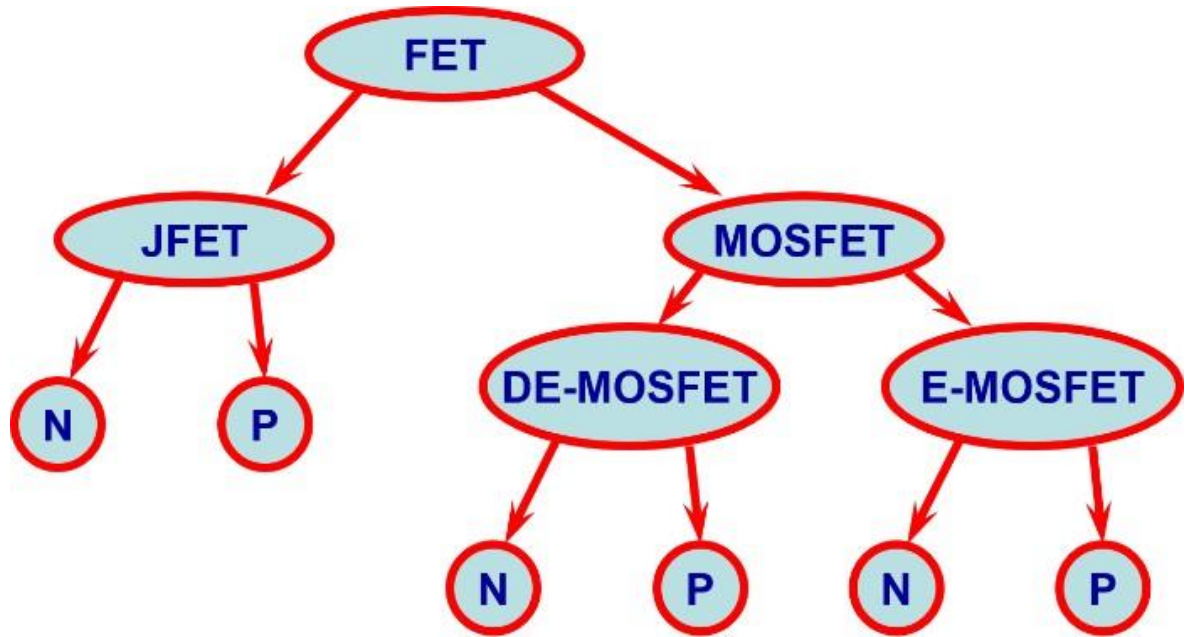
Có 2 loại transistor trường FET:

+ JPET (Junction field-effect transistor): Transistor trường điều khiển bằng tiếp xúc P-N hay còn gọi là transistor trường mối nối.

+ IGFET (Insulated-gate field effect transistor): Transistor có cực cửa cách điện. Thông thường lớp cách điện này là lớp oxit nên còn gọi là metal-oxide-semiconductor transistor (viết tắt là MOSFET). Trong loại transistor trường có

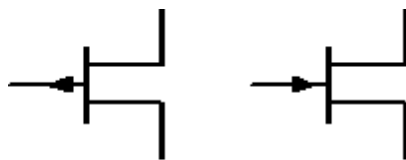
cực cửa cách điện được chia làm 2 loại là MOSFET kênh sẵn (DE-MOSFET) và MOSFET kênh cảm ứng (E-MOSFET).

Mỗi loại FET lại được phân chia thành loại kênh N và loại kênh P.



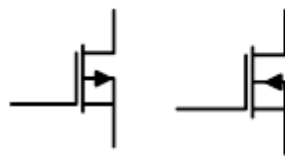
Sơ đồ phân loại FETs

Kí hiệu của các loại transistor trường FET



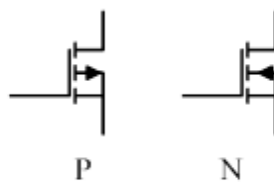
P N

a). JFET



P N

b). MOSFET kênh sẵn



P N

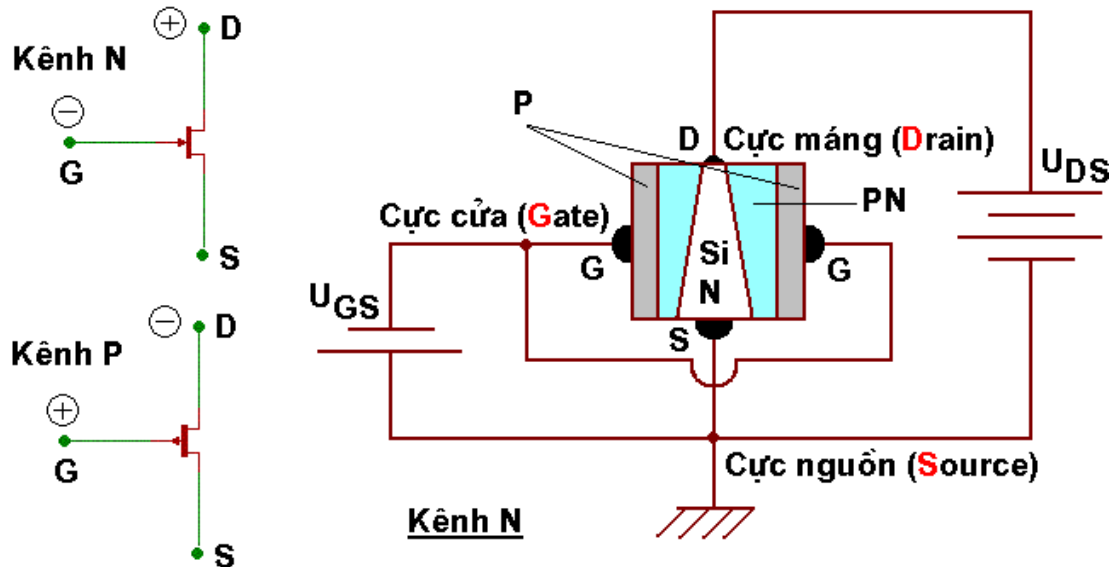
c). MOSFET kênh cảm ứng

## Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của transistor trường FETs

Mỗi loại transistor trường có cấu tạo và nguyên lý hoạt động khác nhau do đó linh kiện điện tử Việtnic sẽ đi vào phân tích cấu tạo và nguyên lý hoạt động theo từng loại transistor nhé!

### Transistor trường JFET

#### Cấu tạo transistor trường JFET



JFET được cấu tạo bởi 1 miếng bán dẫn mỏng (loại N hoặc loại P) 2 đầu tương ứng là D và S, miếng bán dẫn này được gọi là kênh dẫn điện. 2 miếng bán dẫn ở 2 bên kênh dẫn được nối với cực G. Cực G được tách ra khỏi kênh nhờ tiếp xúc N-P.

Đa phần các JFET có cấu tạo đối xứng nên có thể đổi chỗ cực D và S mà tính chất không thay đổi.

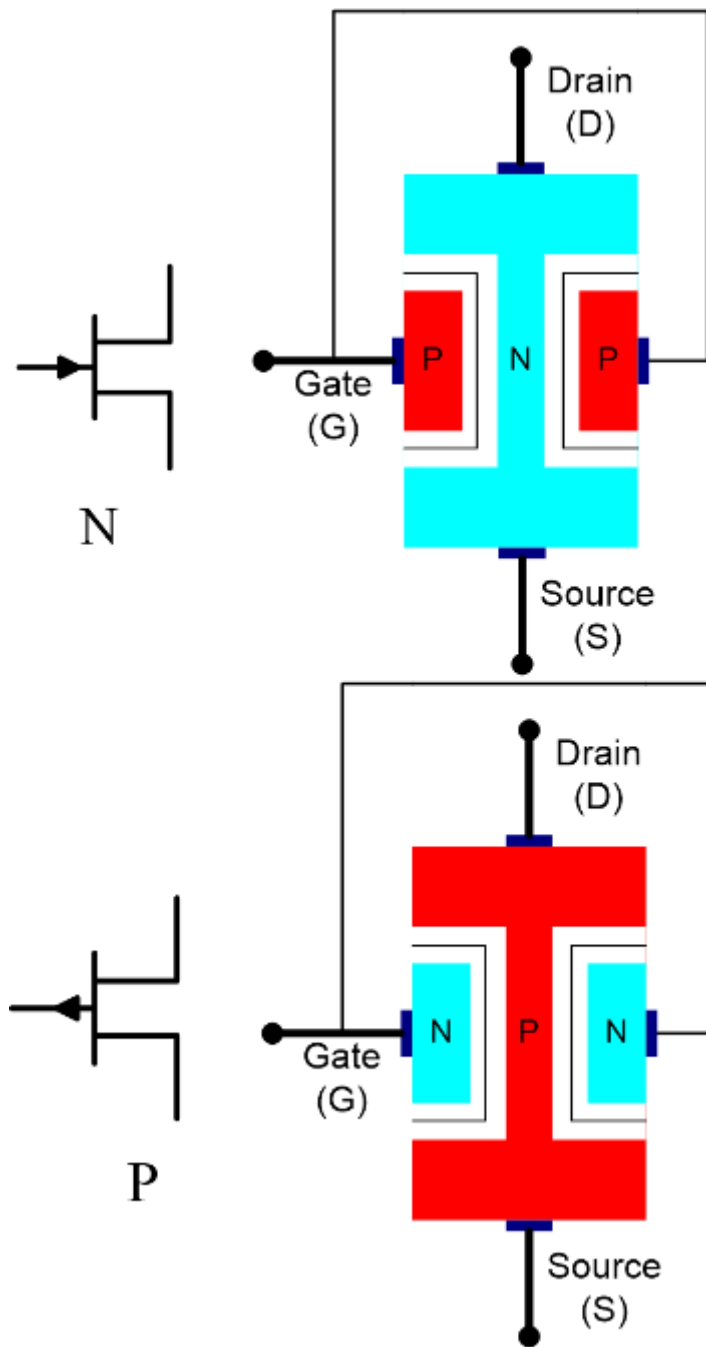
\*Có 2 loại JFET : kênh n và kênh P.

JFET kênh n thường thông dụng hơn.

JFET có 3 cực: cực Nguồn S (source); cực Cửa G (gate); cực Máng D (drain).

+ Cực D và cực S được kết nối vào kênh n.

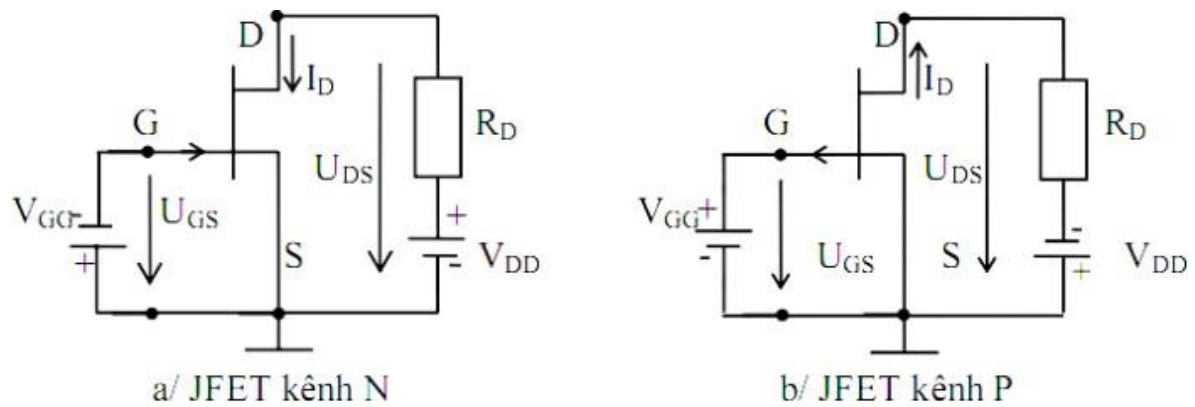
+ Cực G được kết nối vào vật liệu bán dẫn p



Các loại JFET - linh kiện điện tử Vietnic

2.5.2. Các cách mắc, ứng dụng.

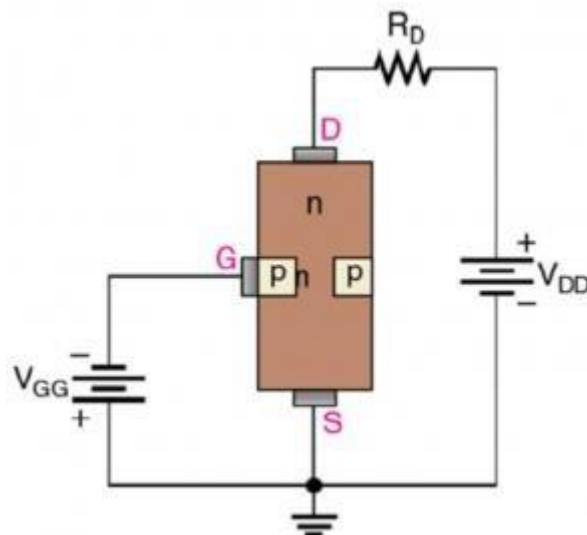
Về cơ bản nguyên lý hoạt động của 2 loại JFET tương đối giống nhau, chỉ khác nhau về chiều dòng điện.



Sơ đồ mạch của 2 loại JFET

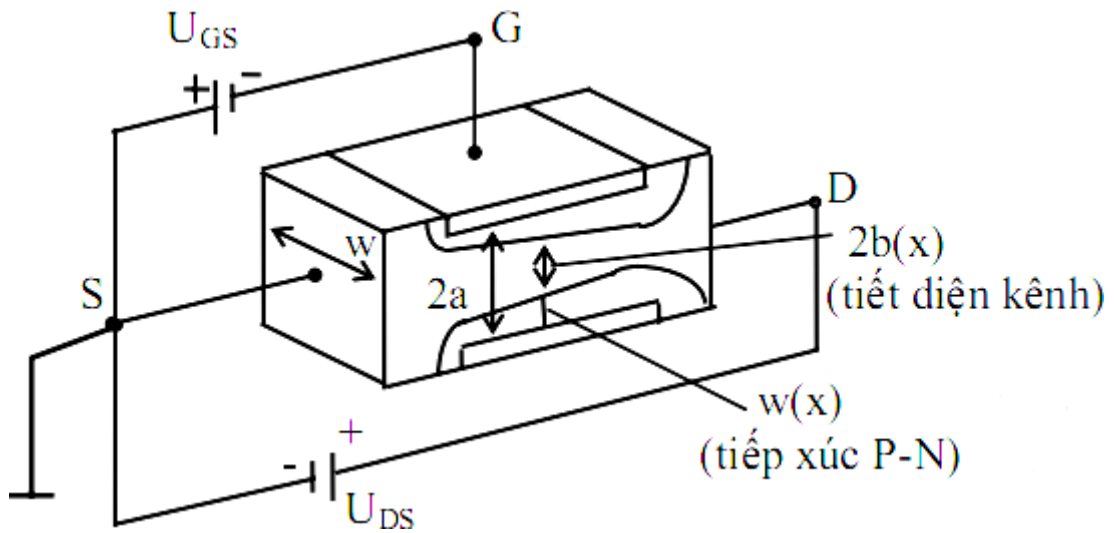
Ở chế độ khuếch đại, ta phải cấp nguồn  $U_{GS}$  để 2 tiếp xúc P-N phân cực ngược. Nguồn  $U_{DS}$  làm cho các hạt dẫn đa số chuyển động từ cực nguồn S về cực máng D  $\Rightarrow$  tạo dòng  $I_D$  trong mạch cực máng

Xét JFET kênh N:



+ Điện áp  $V_{GG}$  đặt tới cực G và S để phân cực ngược cho tiếp giáp P-N. Điện áp  $V_{DD}$  đặt tới D và S để tạo ra dòng điện chạy trong kênh dẫn.

+ Điện áp phân cực ngược đặt tới G và S làm cho vùng nghèo dọc theo tiếp giáp P-N được mở rộng ra chủ yếu về phía kênh dẫn, điều này làm kênh hẹp lại hơn do đó điện trở kênh dẫn tăng lên và dòng qua kênh dẫn giảm đi. Với cách phân cực trên thì điện áp phân cực giữa G và D lớn hơn điện áp phân cực ngược giữa G và S làm cho vùng nghèo mở rộng không đều. Các bạn xem hình:

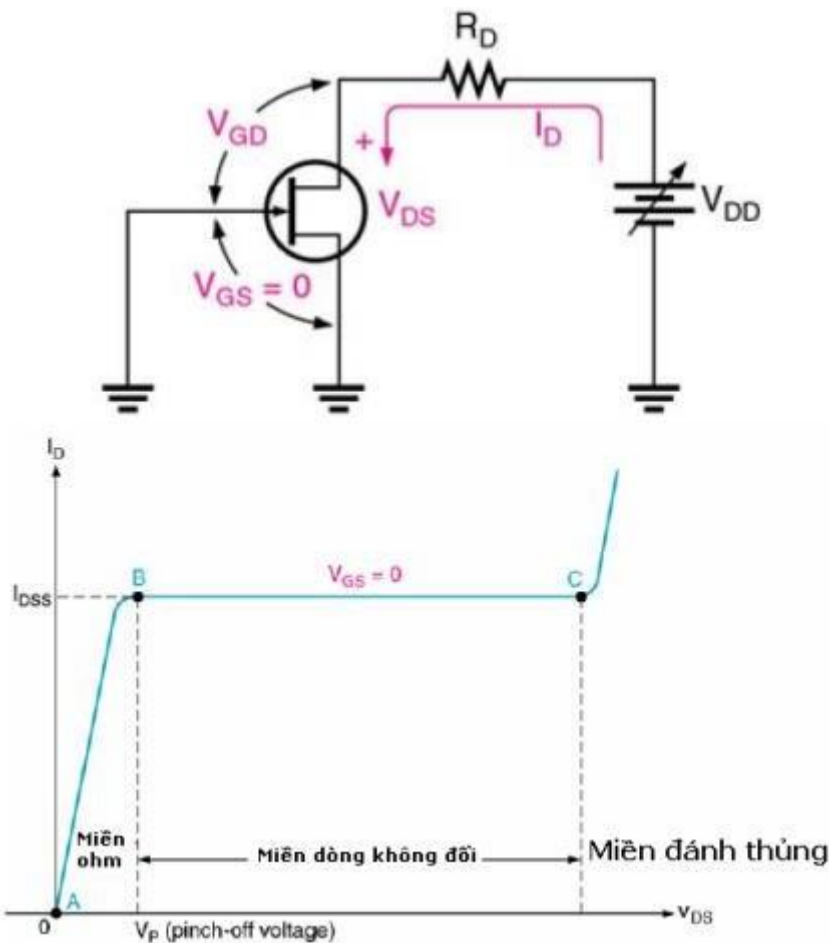


Ở đây, cửa hàng linh kiện điện tử Vietnic chỉ giới thiệu về nguyên lý hoạt động của JFET kênh N, kênh P tương tự, các bạn có thể tự suy ra nhé!

Đặc điểm hoạt động của JFET

\*Đặc tuyến ra:

Xét trường hợp JFET phân cực với điện áp VGG=0



Khi ta tăng dần VDD thì VDS tăng và ID tăng tuyến tính theo. Khi tăng VDD thì vùng nghèo có xu hướng rộng ra, tuy nhiên khi VDD chưa đủ lớn thì bề rộng

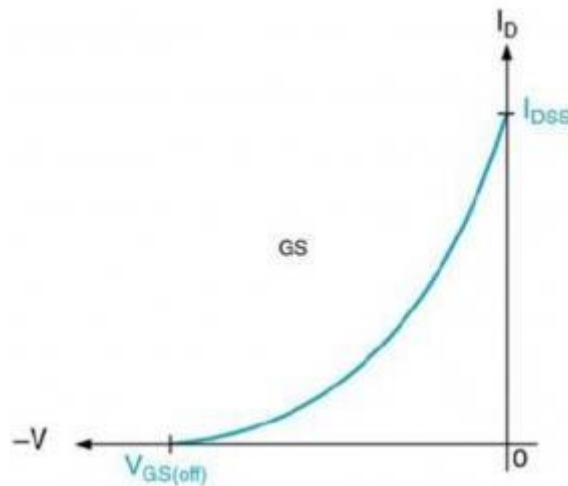
của vùng nghèo chưa đủ rộng để gây ảnh hưởng tới  $I_D \Rightarrow I_D$  &  $V_{DS}$  có mối quan hệ tuyến tính khi  $V_{DD}$  đủ nhỏ. Mối quan hệ này thể hiện ở đặc tuyến ra A  $\rightarrow$  B (Miền OHM).

+ Khi  $V_{DD}$  đã đủ lớn, khi đó  $V_{DS}$  cũng đủ lớn, lúc này bề rộng vùng nghèo bắt đầu gây ảnh hưởng dòng  $I_D$ . Nó kiềm hãm sự tăng của dòng  $I_D$  trước sự tăng của  $V_{DS}$ . Mối quan hệ này thể hiện ở đặc tuyến ra B  $\rightarrow$  C (Miền không đổi)

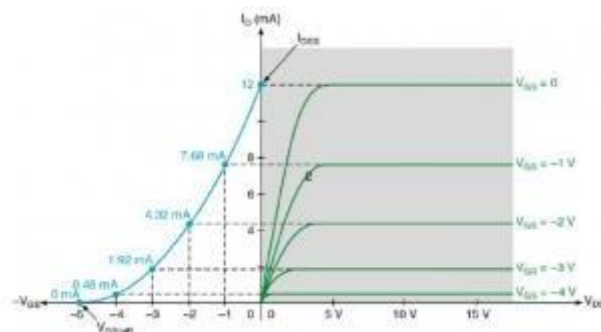
+ Khi  $V_{DD}$  tiếp tục tăng đến giá trị đủ lớn để đánh thủng tiếp giáp P-N thì  $I_D$  tăng đột ngột theo  $V_{DS}$ , miền này gọi là miền đánh thủng; JFET làm việc ở chế độ này sẽ bị hỏng.

Đặc tuyến truyền đạt:

Ta thấy  $V_{GS}(0 \rightarrow V_{GS\ off})$  điều khiển dòng  $I_D$ . Với JFET kênh N  $V_{GS\ off} < 0$ , JFET kênh P  $V_{GS\ off} > 0$ . Đồ thị thể hiện mối quan hệ  $V_{GS}$  và  $I_D$  là đặc tuyến truyền đạt, có dạng:



Đường cong này chính là đặc tuyến truyền đạt của JFET kênh N, cho ta biết giới hạn hoạt động của JFET.



Qua đồ thị này ta có thể thấy được FET là một linh kiện điện tử tuân theo luật bình phương.

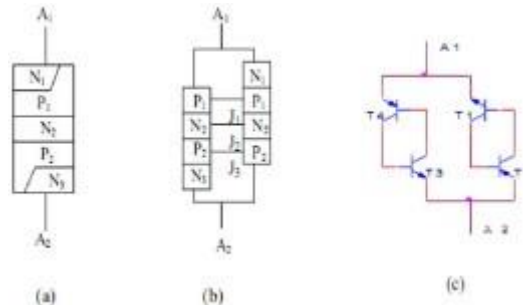


## 2.6. Diac - SCR - Triac.

Vẽ được sơ đồ cách mắc Thyristor, TRIAC, DIAC và trình bày nguyên lý hoạt động của mạch

### 2.6.1. Diac.

a. Cấu tạo – kí hiệu

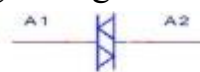


Hình 3-51. Cấu tạo (a), mạch tương đương với cấu tạo (b), (c).

DIAC (Diode Alternative Current) có cấu tạo gồm 4 lớp PNPN, hai cực A1 và A2, cho dòng chảy qua theo hai chiều dưới tác động của điện áp đặt giữa hai cực A1 và A2.

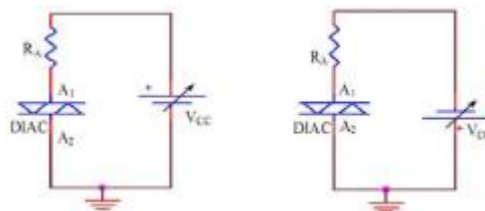
DIAC được gọi là công tắc bán dẫn xoay chiều hai cực (Diode AC Semiconductor Switch).

Cấu tạo của DIAC tương đương bốn BJT mắc như hình 3.59c.



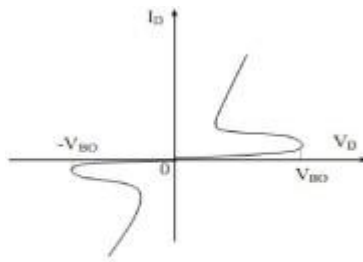
Hình 3-72. Kí hiệu của DIAC.

b. Đặc tuyến



Hình 3-52. Mạch khảo sát đặc tuyến của DIAC.

Khi A1 có điện thế dương thì J1 và J3 phân cực thuận J2 phân cực ngược VCC có giá trị nhỏ thì DIAC ở trạng thái ngưng dẫn (khóa). Nếu tăng VCC đủ lớn để  $V_D = V_{BO}$  thì DIAC chuyển sang trạng thái mở, dòng qua DIAC tăng nhanh, có đặc tuyến như (hình 3-73)



Hình 6-53. Đặc tuyến của DIAC.

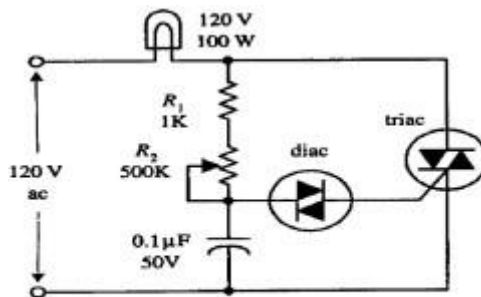
Khi A1 có điện thế âm thì hiện tượng tương tự nhưng xuất hiện dòng điện có chiều ngược lại, đặc tuyến như hình 6.32.

VBO (Break over): điện thế ngấp, dòng điện qua DIAC ở điểm VBO là dòng điện ngấp IBO.

Điện áp VBO có trị số trong khoảng từ 20 V đến 40 V. Dòng tương ứng IBO có trị trong khoảng từ vài chục microampe đến vài trăm microampe. Ta thường dùng DIAC trong mạch tạo xung kích công TRIAC.

### c. Ứng dụng của TRIAC-DIAC

- Mạch đèn mờ AC

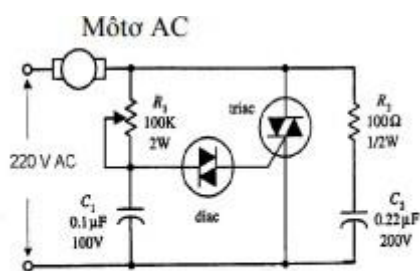


Hình 3-54. Mạch đèn mờ AC

Mạch này được sử dụng làm các đèn mờ trong gia đình. DIAC hoạt động để đảm bảo khởi động TRIAC chính xác. (DIAC hoạt động như là chuyển mạch để cho dòng đi qua khi điện áp qua các cực của DIAC đạt được trị điện áp đánh xuyên.

Một khi đạt được điện áp đánh xuyên, DIAC giải phóng xung dòng). Tuy nhiên, khi dòng đủ lớn đi qua điện trở và các điện tích tăng lên trên tụ để điện áp tăng vượt điện áp khởi động, DIAC đột ngột giải phóng các điện tích đi vào cực cổng của TRIAC. Lúc này TRIAC dẫn và làm cho đèn sáng. Sau khi tụ phóng điện đến dưới điện áp đánh xuyên của DIAC, DIAC ngưng dẫn, làm cho TRIAC cũng ngưng dẫn và đèn tắt. Chu kỳ lại được lặp lại. Đèn lúc này có vẻ sáng (hoặc sáng mờ ở mức nào đó) vì các chu kỳ dẫn / ngưng dẫn xảy ra rất nhanh. Độ sáng của đèn được R2 điều khiển.

Điều khiển mô tơ AC



Hình 3-55: Mạch điều khiển mô-tơ AC

Mạch này có cấu trúc gần giống với mạch đèn mờ, chỉ bổ sung thêm phần mạch R2C2. Tốc độ của mô-tơ được điều chỉnh bằng chiết áp R1.

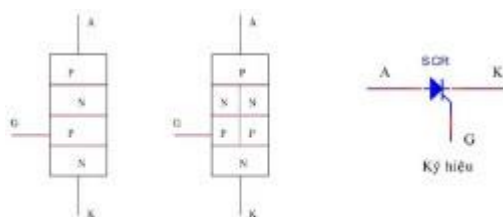
### 2.6.2. SCR.

SCR (Silicon Controlled Rectifier) có cấu tạo gồm bốn lớp bán dẫn P, N ghép xen kẽ tạo ba mối nối P – N hay gọi là ba lớp tiếp xúc J1, J2, J3 và được nối ra ba chân.(hình 3-60)

A: Anode: cực dương

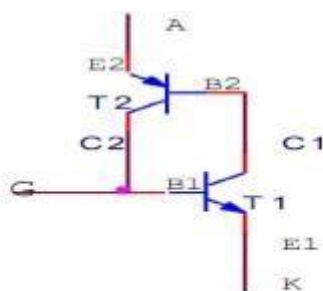
K: Cathode: cực âm

G: Gate: cực khiển (cực cổng)



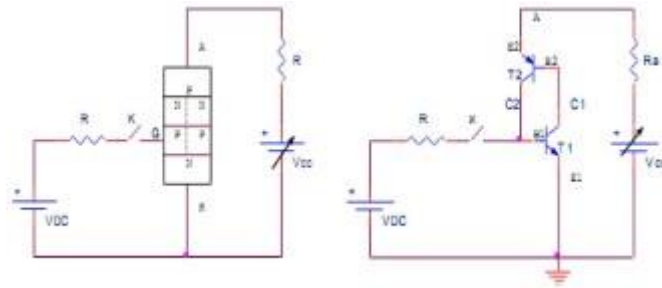
Hình 3-60. Cấu tạo (a), kí hiệu (b) của SCR

SCR có thể xem như tương đương hai BJT gồm một BJT loại NPN và một BJT loại PNP ghép lại như .(hình 3-61)



Hình 3-44. Mạch tương đương với cấu tạo của SCR.

b. Nguyên lý hoạt động .(hình 3-62)



Hình 3-45. Nguyên lý hoạt động

Trường hợp cực G để hở hay  $V_G = 0V$

Khi cực G và  $V_G = 0V$  có nghĩa là transistor T1 không có phân cực ở cực B nên T1 ngưng dẫn. Khi T1 ngưng dẫn  $I_{B1} = 0$ ,  $I_{C1} = 0$  và T2 cũng ngưng dẫn. Như vậy trường hợp này SCR không dẫn điện được, dòng điện qua SCR là  $I_A = 0$  và

$$V_{AK} \approx V_{CC}.$$

Tuy nhiên, khi tăng điện áp nguồn  $V_{CC}$  lên mức đủ lớn là điện áp  $V_{AK}$  tăng theo đến điện thế ngập  $V_{BO}$  (Break over) thì điện áp  $V_{AK}$  giảm xuống như diode và dòng điện  $I_A$  tăng nhanh. Lúc này SCR chuyển sang trạng thái dẫn điện, dòng điện ứng với lúc điện áp  $V_{AK}$  giảm nhanh gọi là dòng điện duy trì  $I_H$  (Holding). Sau đó đặc tính của SCR giống như một diode nắn điện.

Trường hợp đóng khóa K:  $V_G = V_{DC} - I_G R_G$ , lúc này SCR dễ chuyển sang trạng thái dẫn điện. Lúc này transistor T1 được phân cực ở cực B<sub>1</sub> nên dòng điện  $I_G$  chính là  $I_{B1}$  làm T<sub>1</sub> dẫn điện, cho ra  $I_{C1}$  chính là dòng điện  $I_{B2}$  nên lúc đó T<sub>2</sub> dẫn điện, cho ra dòng điện  $I_{C2}$  lại cung cấp ngược lại cho T<sub>1</sub> và  $I_{C2} = I_{B1}$ .

Nhờ đó mà SCR sẽ tự duy trì trạng thái dẫn mà không cần có dòng  $I_G$  liên tục.

$$I_{C1} = I_{B2} ; I_{C2} = I_{B1}$$

Theo nguyên lý này dòng điện qua hai transistor sẽ được khuếch đại lớn dần và hai transistor chạy ở trạng thái bão hòa. Khi đó điện áp  $V_{AK}$  giảm rất nhỏ ( $\approx 0,7V$ ) và dòng điện qua SCR là:

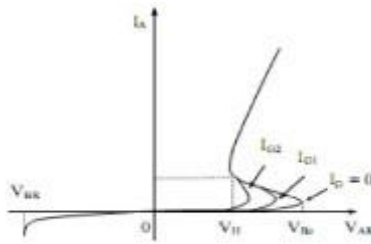
Thực nghiệm cho thấy khi dòng điện cung cấp cho cực G càng lớn thì áp ngập càng nhỏ tức SCR càng dễ dẫn điện.

+ Trường hợp phân cực ngược SCR.

Phân cực ngược SCR là nối A vào cực âm, K vào cực dương của nguồn  $V_{CC}$ .

Trường hợp này giống như diode bị phân cực ngược. SCR sẽ không dẫn điện mà chỉ có dòng rỉ rất nhỏ đi qua. Khi tăng điện áp ngược lên đủ lớn thì SCR sẽ bị đánh thủng và dòng điện qua theo chiều ngược. Điện áp ngược đủ để đánh thủng SCR là  $V_{BR}$ . Thông thường trị số  $V_{BR}$  và  $V_{BO}$  bằng nhau và ngược dấu.

c. Đặc tuyến



Hình 3.63 .Đặc tuyến của SCR  
 $I_G = 0 ; I_{G2} > I_{G1} > I_G$

#### d. Các thông số của SCR

Dòng điện thuận cực đại:

Đây là trị số lớn nhất dòng điện qua SCR mà SCR có thể chịu đựng liên tục, quá trị số này SCR bị hư.:

Điện áp ngược cực đại

Đây là điện áp ngược lớn nhất có thể đặt giữa A và K mà SCR chưa bị đánh thủng, nếu vượt qua trị số này SCR sẽ bị đánh thủng. Điện áp ngược cực đại của SCR thường khoảng 100 V đến 1000 V.

Dòng điện kích cực tiểu:  $I_{Gmin}$

Để SCR có thể dẫn điện trong trường hợp điện áp VAK thấp thì phải có dòng điện kích vào cực G của SCR. Dòng  $I_{Gmin}$  là trị số dòng kích nhỏ nhất đủ để điều khiển SCR dẫn điện và dòng  $I_{Gmin}$  có trị số lớn hay nhỏ tùy thuộc công suất của SCR, nếu SCR có công suất càng lớn thì  $I_{Gmin}$  phải càng lớn. Thông thường  $I_{Gmin}$  từ 1mA đến vài chục mA.

Thời gian mở SCR

Là thời gian cần thiết hay độ rộng của xung kích để SCR có thể chuyển từ trạng thái tắt sang trạng thái dẫn, thời gian mở khoảng vài micrô giây.

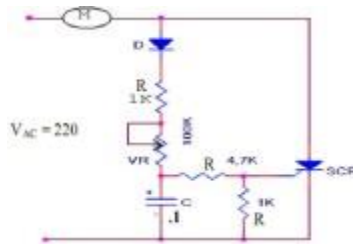
Thời gian tắt

Là thời gian cần thiết phải đủ dài để SCR có thể chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái tắt, nếu không thì SCR sẽ dẫn điện trở lại. Thời gian tắt của SCR khoảng vài chục micrô giây.

Ứng dụng của SCR

SCR có rất nhiều chủng loại (có tài liệu đã giới thiệu 42652 loại): SCR thường dùng, SCR có tốc độ cao, SCR hai chiều, .... Loại và các thông số của SCR nhận biết được khi tra cứu. Khi dùng ta có thể tra cứu, thay thế những loại tương đương với nhau. SCR được ứng dụng nhiều trong những mạch điện tử: mạch bảo động, mạch bảo vệ quá áp, bảo vệ quá dòng, làm chuyển mạch không tiếp điểm, mạch điều khiển tốc độ quay của động cơ, mạch chỉnh lưu có điều khiển, điều khiển tự động trong công nghiệp,...

Ví dụ 1: Mạch điều khiển tốc độ động cơ (hình 3-64)



Hình 3-46. Mạch điều khiển tốc độ động cơ.

Trong mạch điện động cơ M là động cơ vạn năng, loại động cơ có thể dùng điện AC hay DC. Dòng điện qua động cơ là dòng điện ở bán kì dương và được thay

đổi trị số bằng cách thay đổi góc kích của dòng IG.

Khi SCR chưa dẫn thì chưa có dòng qua động cơ, bán kì dương dòng qua diode D, điện trở  $R_1$  và biến trở  $V_R$  nạp vào tụ C. Điện áp cấp cho cực G lấy trên tụ

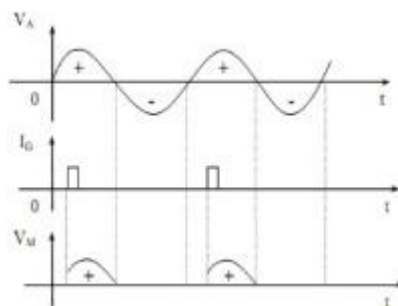
C và qua cầu phân áp  $R_2 - R_3$ .

Giả sử điện áp đủ để kích cho cực G là  $V_G = 1\text{ V}$  và dòng điện kích  $I_{G_{\min}} = 1\text{ mA}$  thì điện áp trên tụ C phải khoảng 10 V. Tụ C nạp điện qua  $R_1$  và qua  $V_R$  với

hằng số thời gian là:  $T = (R_1 + V_R)C$

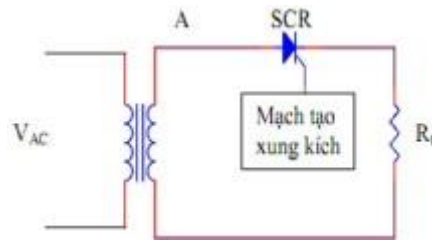
Khi thay đổi trị số  $V_R$  sẽ làm thay đổi thời gian nạp của tụ tức là thay đổi thời điểm có dòng xung kích IG sẽ làm thay đổi thời điểm dẫn điện của SCR tức là thay đổi dòng điện qua động cơ và làm cho tốc độ của động cơ thay đổi.

Khi dòng AC có bán kì âm thì diode D và SCR đều bị phân cực nghịch nên diode ngưng dẫn và SCR cũng chuyển sang trạng thái ngưng dẫn. (hình 3-65)



Hình 3-47. Dạng sóng VM theo VA và xung kích.

Ví dụ 2: (hình 3-66)



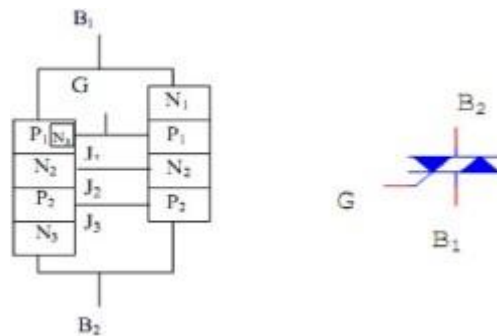
Hình 3-66. Mạch chỉnh lưu bán kỳ có điều khiển

Xét mạch như hình 6.14. Điện áp vào là điện xoay chiều  $V_{AC}$ , qua biến thế giảm áp, tại A cũng là điện xoay chiều VA có cùng tần số với  $V_{AC}$ . Giả sử bán kỳ đầu tại A là bán kỳ dương, SCR được phân cực thuận, đang ở trạng thái sẵn sàng chờ đến khi có xung kích vào cực G thì SCR bắt đầu dẫn điện, có dòng  $I_A$  cấp cho tải  $R_t$ . Bán kỳ kế tiếp là bán kỳ âm, SCR phân cực nghịch, SCR ngưng dẫn, không có dòng cấp qua tải. Quá trình được lặp lại ứng với các bán kỳ sau. (hình 3-67)

### 2.6.3. Triac

#### a. Cấu tạo – kí hiệu

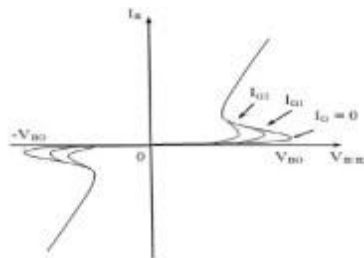
TRIAC (Triode Alternative Current) là một linh kiện bán dẫn có ba cực, bốn lớp, là việc như 2 SCR mắc song song ngược chiều, có thể dẫn điện theo hai chiều. TRIAC được gọi là công tắc bán dẫn xoay chiều ba cực (Triode AC Semiconductor Switch). (hình 3-68)



Hình 3-48. Cấu tạo – kí hiệu của TRIAC.

#### b. Đặc tuyến

Đặc tuyến của TRIAC có dạng như (hình 3-69)



Hình 3-49. Đặc tuyến của TRIAC.

$$I_G = 0; I_{G2} > I_{G1} > I$$

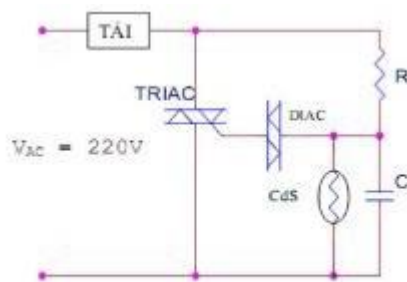
Bốn tổ hợp điện thế có thể mở TRIAC cho dòng chảy qua:

$$\begin{cases} B2(+), G(-) \\ B2(+), G(+) \end{cases} \text{ dòng điện chạy từ } B_2 \text{ sang } B_1$$

$$\begin{cases} B2(-), G(+) \\ B2(-), G(-) \end{cases} \text{ dòng điện chạy từ } B_1 \text{ sang } B_2$$

TRIAC có đặc tuyến Volt - Ampe gồm hai phần đối xứng nhau qua gốc 0, mỗi phần tương tự đặc tuyến thuận của SCR.

c. Ứng dụng



Hình 3-50. Mạch điều khiển dòng qua tải.

Đây là mạch điều khiển dòng điện qua tải dùng TRIAC, DIAC kết hợp với quang trở Cds để tác động theo ánh sáng. Khi CdS được chiếu sáng sẽ có trị số điện trở nhỏ làm điện thế nạp được trên tụ C thấp và DIAC không dẫn điện, TRIAC không được kích nên không có dòng qua tải. Khi CdS bị che tối sẽ có trị số điện trở lớn làm điện thế trên tụ C tăng đến mức đủ để DIAC dẫn điện và TRIAC được kích dẫn điện cho dòng điện qua tải.

Tải ở đây có thể là các loại đèn chiếu sáng lõi đi hay chiếu sáng bảo vệ, khi trời tối thì đèn tự động sáng, khi trời sáng đèn tự động tắt.

Ta có thể dùng TRIAC để điều chỉnh ánh sáng, nhiệt độ lò, chiều quay và tốc độ của động cơ,....

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Hãy phân biệt chất cách điện, chất bán dẫn, chất dẫn điện. Cho ví dụ.
2. Bán dẫn thuần là gì? Nêu sự dẫn điện của bán dẫn thuần.
3. Bán dẫn tạp chất là gì? Có mấy loại? Kể tên và nêu đặc trưng của nó.
4. Diode bán dẫn là gì? Nêu nguyên lí hoạt động của nó. Cho biết điều kiện để nó dẫn điện, điều kiện để nó ngưng dẫn. Hãy vẽ và giải thích đặc tuyến volt – ampe của diode.
5. Hãy kể tên và vẽ kí hiệu của một số loại diode bán dẫn và cho biết vài ứng dụng



của nó.

6. Diode zener còn được gọi là diode gì? Tại sao?

7. Diode quang là gì? Nêu nguyên lý hoạt động của diode quang.

8. Cho biết vài mạch ứng dụng của diode quang.

9. LED là gì? Nêu nguyên lý hoạt động của LED.

10. Hãy kể tên những linh kiện quang điện tử đã học và chia nó ra hai nhóm linh kiện biến đổi tín hiệu quang  $\rightarrow$  điện, điện  $\rightarrow$  quang.

11. BJT là gì? Có mấy loại? Kể tên và vẽ kí hiệu tương ứng của BJT.

12. Điều kiện để BJT dẫn điện là gì? Nêu nguyên lý hoạt động của BJT.

13. BJT có mấy cách mắc cơ bản? Nêu cách nhận dạng kiểu mắc của BJT.

14. Thiết lập hệ thức liên hệ giữa các dòng điện của BJT.

15. Phân cực BJT là gì? Có những dạng phân cực nào? Kể tên và vẽ dạng mạch tương ứng. Ứng với mỗi mạch hãy thiết lập công thức xác định tọa độ điểm phân

cực Q, điện thế tại các cực của BJT. Đường tải tĩnh là gì? Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh.

16. Cho mạch phân cực cơ bản. Với  $V_{CC} = 18 \text{ V}$ ;  $V_{BB} = 3,6 \text{ V}$ ;  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ;  $\beta = 80$ ;

$R_B = 50 \text{ k}$ ;  $R_C = 2 \text{ k}$ .

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

17. Cho mạch phân cực bằng dòng IB. Với  $V_{CC} = 12 \text{ V}$ ;  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ;  $\beta = 100$ ;  $R_B =$

$520 \text{ k}$ ;  $R_C = 2,5 \text{ k}$ ;  $R_E = 0,5 \text{ k}$ .

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

18. Cho mạch phân cực hồi tiếp điện áp. Với  $V_{CC} = 12 \text{ V}$ ;  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ;  $\beta = 100$ ;

$R_B = 270 \text{ k}$ ;  $R_C = 2,5 \text{ k}$ ;  $R_E = 0,5 \text{ k}$ .

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

19. Cho mạch phân cực BJT dạng dùng cầu phân thế. Với  $V_{CC} = 18 \text{ V}$ ;  $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$ ;

$\beta = 80$ ;  $R_{B1} = 12 \text{ k}$ ;  $R_{B2} = 48 \text{ k}$ ;  $R_C = 1,5 \text{ k}$ ;  $R_E = 0,5 \text{ k}$ .

a. Hãy vẽ dạng mạch (lưu ý: phải chọn  $R_{B1}$ ,  $R_{B2}$  vị trí thích hợp).

b. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

c. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

d. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

## **BÀI 4: CÁC MẠCH KHUYẾT ĐẠI DÙNG TRANZITO**

**Mã bài: 04**

### **Giới thiệu:**

Một đặc điểm nổi bật của cấu tạo tranzito là tính khuếch đại tín hiệu. Trong trường hợp lắp mạch loại cực E chung (E-C), với một tín hiệu có biên độ điện áp nhỏ đặt vào cực base B, ta cũng có thể nhận được tín hiệu có biên độ điện áp rất lớn tại cực collector C. Tùy theo hệ số khuếch đại của tranzito, ta có thể nhận được tín hiệu lớn gấp hàng chục, thậm chí hàng trăm lần tín hiệu ban đầu.

Bộ khuếch đại dùng tranzito BJT có các ưu điểm so với bộ khuếch đại dùng đèn điện tử chân không là:

- Kích thước của bộ khuếch đại dùng tranzito BJT rất nhỏ, chiếm một khoảng không gian không đáng kể trong toàn bộ khối thiết bị.
- Bộ nguồn cung cấp cho bộ khuếch đại BJT hoạt động có cấu tạo đơn giản và tiêu hao công suất của tranzito BJT rất nhỏ do không phải nung sợi đốt như đèn điện tử chân không.
- Với sự tiến bộ của lĩnh vực vật lý chất rắn, tranzito BJT ngày càng hoạt động được ở tần số cao và bộ khuếch đại có tính ổn định cao.
- Bộ khuếch đại dùng tranzito BJT chịu va chạm cơ học, do đó được sử dụng rất thuận tiện trong các dây chuyền công nghiệp có rung động cơ học lớn.
- Tranzito BJT ngày càng có tuổi thọ cao nên càng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử thay thế cho các đèn điện tử chân không.

Với các đặc tính trên, bộ khuếch đại dùng tranzito BJT được áp dụng rộng rãi trong các dây chuyền công nghiệp của các hệ thống tự động điều khiển và trong đời sống xã hội.

Nghiên cứu các mạch khuếch đại là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

### **1. Mục tiêu bài học:**

- Phân biệt ngõ vào và ra tín hiệu trên sơ đồ mạch điện và thực tế theo các tiêu chuẩn mạch điện.
- Kiểm tra chế độ làm việc của tranzito theo sơ đồ thiết kế.
- Thiết kế các mạch khuếch đại dùng tranzito đơn giản theo yêu cầu kỹ thuật.

### **2. Nội dung bài:**

#### **2.1. Mạch khuếch đại đơn.**

Mục tiêu:

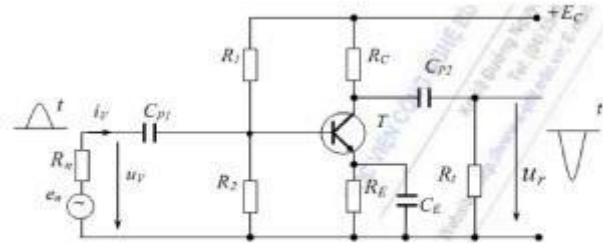
- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động, tính chất của các mạch khuếch đại

đơn

- Kiểm tra được các thông số đầu vào, ra của các mạch khuếch đại đơn

### 2.1.1. Mạch mắc theo kiểu E-C.

Mô tả mạch khuếch đại cực phát chung (E-C). (hình 4-1)



Hình 4-1: Mạch khuếch đại E-C

Sở dĩ người ta gọi là tầng emitor chung là vì nếu xét về mặt xoay chiều thì tín hiệu đầu vào và đầu ra đều có chung một chất đất là cực E của tranzito.

Trong đó :

$C_{p1}$ ,  $C_{p2}$  là các tụ nối tầng, nó ngăn cách điện áp một chiều tránh ảnh hưởng lẫn nhau

$R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  để xác định chế độ tĩnh của tầng khuếch đại.

$R_E$  điện trở hồi tiếp âm dòng điện một chiều có tác dụng ổn định nhiệt,  $C_E$  tụ thoát thành phần xoay chiều xuống đất ngăn hồi tiếp âm xoay chiều.

Đặc điểm của tầng khuếch đại EC là tầng khuếch đại đảo pha, tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.

Nguyên lý làm việc của tầng EC như sau: khi đưa điện áp xoay chiều tới đầu vào xuất hiện dòng xoay chiều cực B của tranzito và do đó xuất hiện dòng xoay chiều cực C ở mạch ra của tầng.

Dòng này gây sụt áp xoay chiều trên điện trở  $R_C$ . Điện áp đó qua tụ  $C_{p2}$  đưa đến đầu ra của tầng tức là tới  $R_L$ . Có thể thực hiện bằng hai phương pháp cơ bản là phương pháp đồ thị đối với chế độ một chiều và phương pháp giải tích dùng sơ đồ tương đương đối với chế độ xoay chiều tín hiệu nhỏ.

Các thông số kĩ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_b} \quad (4.1)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{ce}}{I_c} \quad (4.2)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta \quad (4.3)$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{ce}}{V_{be}} = -\beta \cdot \frac{R_c}{R_i} \quad (4.4)$$

Mạch này có một số tính chất sau:

Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực C.

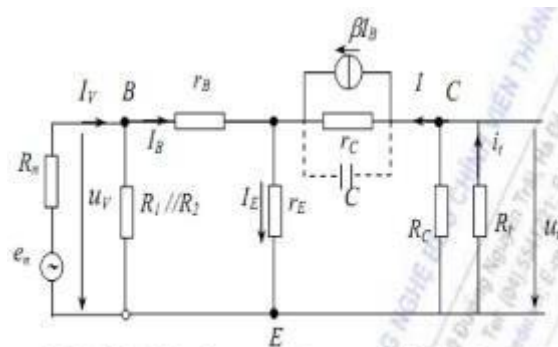
Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra ngược pha (đảo pha)

Hệ số khuếch đại dòng điện  $\beta$  và khuếch đại điện áp  $\alpha < 1$ .

Tổng trở ngõ vào khoảng vài trăm Ohm đến vài K $\Omega$ .

Tổng trở ngõ ra khoảng vài k $\Omega$  đến hàng trăm k $\Omega$ .

Mạch tương đương kiểu E-C: (hình 4-2)



Hình 4-2: Mạch tương đương kiểu E-C

Các tham số của mạch EC tính gần đúng như sau:

+ Điện trở vào của tầng:  $R_v = R_1 // R_2 // r_v$  .  $r_v = r_B + (1+\beta).r_E$ . (4.5)

+ Hệ số khuếch đại dòng điện:  $K_i = \beta \frac{R_1 // R_C}{R_v}$  (4.6)

Như vậy tầng EC có hệ số khuếch đại dòng tương đối lớn, và nếu như  $R_C \gg R_t$  thì

nó gần bằng hệ số khuếch đại  $\beta$  của tranzito.

+ Hệ số khuếch đại điện áp:  $K_v = -\beta \frac{R_1 // R_C}{R_v + R_v}$  (4.7)

(dấu trừ thể hiện sự đảo Pha)

+ Hệ số khuếch đại công suất:  $K_p = K_u \cdot K_i = \frac{P_o}{P_i}$ ; (4.8)

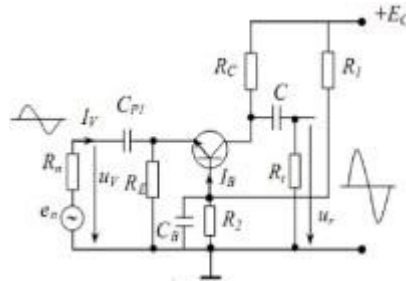
$K_p$  rất lớn khoảng từ  $(0,2 \div 5) \cdot 10^3$  lần .

+ Điện trở ra của tầng:  $R_r = R_C // r_c$ ; Vì  $r_c(E) \gg R_C$  nên  $R_r = R_C$ . (4.9)

Tầng EC có hệ số khuếch đại điện áp và dòng điện lớn nên thường được sử dụng nhiều.

### 2.1.2. Mạch mắc theo kiểu B-C.

Mô tả mạch khuếch đại theo kiểu B-C. (hình 4-3)



Hình 4-3. Mạch khuếch đại theo kiểu B-C

Các thông số kỹ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_{be}}{I_e} \quad (4.10)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_{cb}}{I_c} \quad (4.11)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_c}{I_b} = \beta \leq 1 \quad (4.12)$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_{cb}}{V_{be}} = \alpha \quad (4.13)$$

Mạch này có một số tính chất sau:

Tín hiệu được đưa vào cực E và lấy ra trên cực C.

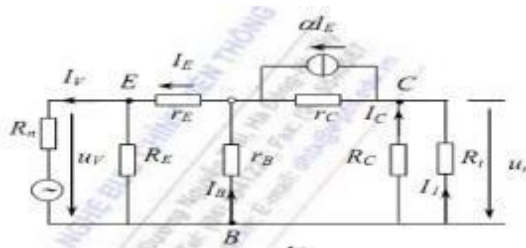
Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.

Hệ số khuếch đại dòng điện  $\beta < 1$  hệ số khuếch đại điện áp  $\alpha > 1$ .

Tổng trở ngõ vào nhỏ từ vài chục  $\Omega$  đến vài trăm  $\Omega$ .

Tổng trở ra rất lớn từ vài chục  $k\Omega$  đến hàng  $M\Omega$ .

Mạch tương đương của mạch kiểu B-C (hình 4-4)



#### Hình 4-4: Mạch mắc theo kiểu B chung (BC)

+ Điện trở vào:  $R_v = R_E // [r_E + (1-\alpha)r_B]$  (4.14)

Điện trở vào của tầng được xác định chủ yếu bằng điện trở  $r_E$  vào khoảng  $(10\div 50)\Omega$ . Điện trở vào nhỏ là nhược điểm cơ bản của tầng BC vì tầng đó sẽ là tải lớn đối với nguồn tín hiệu vào.

+ Hệ số khuếch đại dòng của tầng:  $K_i = \alpha \frac{R_i // R_C}{R_i}$  (4.15)

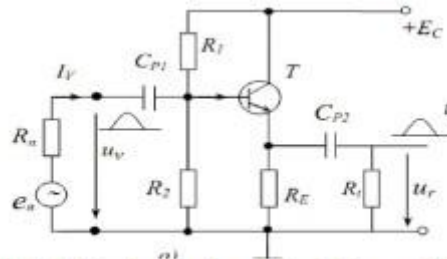
+ Hệ số khuếch đại điện áp:  $K_u = \alpha \frac{R_i // R_C}{R_i + R_E}$  (4.16)

+ Điện trở ra của tầng:  $R_r = R_C // r_C \approx R_C$  (4.17)

Cần chú ý rằng đặc tuyến tĩnh của tranzito mắc BC có độ tuyến tính lớn nên tranzito có thể dùng với điện áp cực C lớn hơn sơ đồ EC. Chính vì vậy tầng khuếch đại BC được dùng khi cần có điện áp ở đầu ra lớn.

#### 2.1.3. Mạch mắc theo kiểu C-C.

Mô tả mạch điện theo kiểu cực góp chung (C-C) (hình 4-5)



Hình 4-5. Mạch mắc theo kiểu C chung (CC)

Điện trở  $R_E$  trong sơ đồ đóng vai trò như  $R_C$  trong mạch  $E_C$ , nghĩa là tạo nên một điện áp biến đổi ở đầu ra trên nó. Tụ C có nhiệm vụ đưa tín hiệu ra tải  $R_t$ . Điện trở  $R_1, R_2$  là bộ phân áp cấp điện một chiều cho cực B, xác định chế độ tĩnh của tầng. Để tăng điện trở vào thường người ta không mắc điện trở  $R_2$ . Tính toán chế độ một chiều tương tự như tính toán tầng  $E_C$ . Để khảo sát các tham số của tầng theo dòng xoay chiều, cần chuyển sang sơ đồ tương đương xoay chiều.

Các thông số kỹ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} = \frac{V_b}{I_b} \quad (4.18)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_e}{I_e} \quad (4.19)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_e}{I_b} = \beta + 1 \quad (4.20)$$

- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_c}{V_b} \cong 1 \quad (4.21)$$

Mạch có một số tính chất sau:

Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực E.

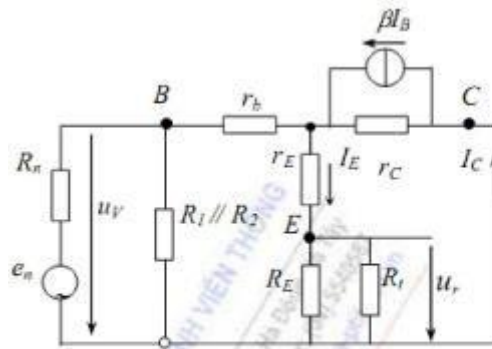
Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.

Hệ số khuếch đại dòng điện, hệ số khuếch đại điện áp  $\alpha < 1$ .

Tổng trở ngõ vào từ vài  $k\Omega$  đến vài chục  $k\Omega$ .

Tổng trở ngõ ra nhỏ từ vài chục  $\Omega$  đến vài trăm  $\Omega$ .

Mạch tương đương của mạch kiểu C-C: (hình 4-6)



Hình 4-6. Mạch tương đương của mạch kiểu C-C

+ Điện trở vào của tầng :  $R_v \approx R_1 // R_2 // (1 + \beta) \cdot (R_E // R_L)$  (4.22)

Nếu chọn bộ phân áp đầu vào  $R_1, R_2$  lớn thì điện trở vào sẽ lớn. Tuy nhiên khi đó

không thể bỏ qua điện trở  $r_C(E)$  mắc song song với mạch vào, nên điện trở vào phải tính:  $R_v \approx R_1 // R_2 // [(1 + \beta) \cdot (R_E // R_L)] // r_E$

Điện trở vào lớn là một trong những ưu điểm quan trọng của tầng C chung, dùng làm tầng phối hợp với nguồn tín hiệu có điện trở trong lớn.

+ Hệ số khuếch đại dòng điện:  $K_i = (1 + \beta) \cdot \frac{R_E // R_L}{r_E}$  (4.23)

+ Hệ số khuếch đại điện áp:  $K_v = (1 + \beta) \cdot \frac{R_E // R_L}{R_n + R_v}$  (4.24)

Khi  $R_v \gg R_n$  và gần đúng  $R_E \approx (1 + \beta)(R_E + R_L)$  thì  $K_u \approx 1$ . Như vậy tầng khuếch đại C chung để khuếch đại công suất tín hiệu trong khi giữ nguyên trị số điện áp của nó. Vì  $K_u = 1$  nên hệ số khuếch đại  $K_p$  xấp xỉ bằng  $K_i$  về trị số.

+ Điện trở ra của tầng:  $R_r = R_E \left( r_E + \frac{r_b + R_n // R_1 // R_2}{1 + \beta} \right)$  (4.25)



Điện trở ra của tầng nhỏ cỡ  $(1 \div 50)\Omega$ . Nó được dùng để phối hợp mạch ra của tầng khuếch đại với tải có điện trở nhỏ, khi đó tầng C chung dùng làm tầng ra của bộ khuếch đại có vai trò như một tầng khuếch đại công suất đơn chế độ A không có biến áp ra.

## 2.2. Mạch ghép phức hợp.

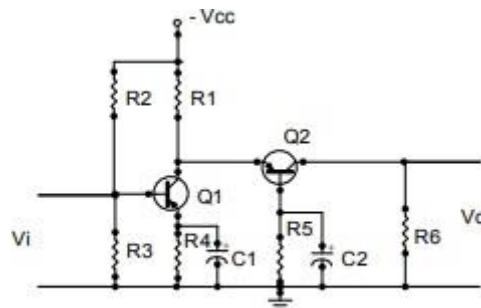
Mục tiêu:

- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động, tính chất của các mạch khuếch đại phức hợp
- Kiểm tra được các thông số đầu vào, ra của các mạch khuếch đại phức hợp

### 2.2.1. Mạch khuếch đại Cascode.

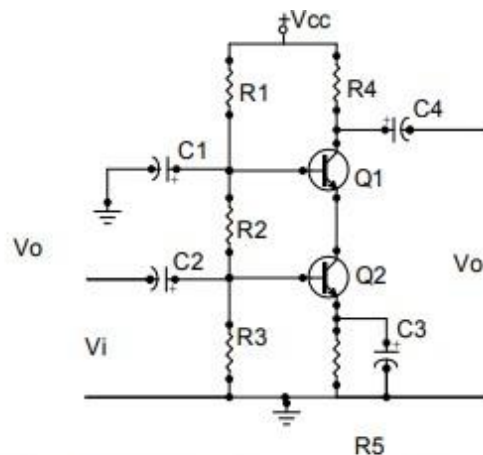
Mạch khuếch đại Cascode:

Đặc điểm của mạch là dùng 2 tầng khuếch đại mắc nối tiếp (hình 4-7). Tầng thứ hai mắc theo kiểu BC để tăng tần số cắt, giảm nhiễu tạp, giảm thấp nhất hiệu ứng Miller ở tần số cao. Tầng thứ nhất theo kiểu EC, làm việc ở điện áp thấp, hệ số khuếch đại điện áp nhỏ để giảm hiệu ứng miller của tụ ở tần số cao. Song hệ số khuếch đại điện áp toàn mạch lại rất lớn (khoảng vài trăm lần).



Hình 4-7: Mạch khuếch đại cascode

Mạch thường được dùng để khuếch đại điện áp tín hiệu ở các mạch có tín hiệu và tổng trở vào nhỏ. Như ngõ vào của các mạch khuếch đại cao tần của thiết bị thu vô tuyến Trong thực tế mạch thường được dùng Tranzito loại NPN để có nguồn cung cấp dương, tiện cho việc thiết kế mạch hình 4-7.



Hình 4-8: Mạch khuếch đại cascode dùng nguồn dương

Trong mạch:

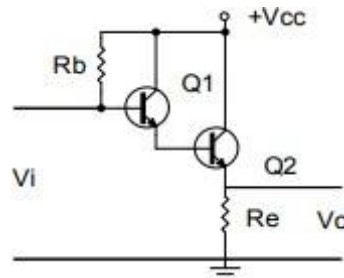
- $R_1, R_2, R_3$ : Cầu điện trở phân cực cho  $Q_1, Q_2$
- $C_1$ : Thoát mass xoay chiều cho cực B của  $Q_1$  Tăng hệ số khuếch đại tín hiệu điện áp
- $R_4$ : Điện trở tải lấy tín hiệu ra của mạch.
- $R_5$ : Điện trở ổn định nhiệt cho mạch.
- $C_3$ : Thoát mass xoay chiều nâng cao hệ số khuếch đại tín hiệu.
- $C_2, C_4$ : Tụ liên lạc tín hiệu vào và ra của mạch. Trong thiết kế tùy vào tần số tín hiệu đi qua mạch mà người ta có thể chọn giá trị của tụ sao cho phù hợp.

Nguyên lí hoạt động của mạch có thể được trình bày đơn giản như sau:

Khi có tín hiệu ngõ vào qua tụ liên lạc  $C_2$  đặt vào cực B của  $Q_2$ , khuếch đại và lấy ra trên cực C (Mạch được coi như mắc theo kiểu EC, có hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp lớn hơn 1). Lúc này tín hiệu được đảo pha và đưa vào chân E của  $Q_1$ , (Mạch được coi như mắc theo kiểu BC chỉ dùng khuếch đại điện áp) và được lấy ra trên chân C của  $Q_1$  và lấy ra trên tụ  $C_4$ . Tín hiệu giữ nguyên pha từ  $Q_2$ . Như vậy tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.

### 2.2.2. Mạch khuếch đại Dalington.

Mạch khuếch đại Darlington dạng cơ bản được trình bày ở (hình 4-9). Đặc điểm của mạch là: Điện trở vào lớn, điện trở ra nhỏ, hệ số khuếch đại dòng lớn, hệ số khuếch đại điện áp  $\approx 1$  trên tải Êmitơ.



Cách phân cực của mạch là lấy dòng  $I_e$  của  $Q_1$  làm dòng  $I_b$  của  $Q_2$ . Hai tranzito tương đương với 1 tranzito khi đó  $\beta_D = \beta_1 - \beta_2$  và  $V_{be} = 1,6V$ . dòng cực gốc  $I_b$  được tính:

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b + \beta_D R_e}$$

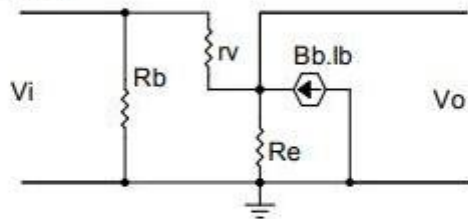
Do  $\beta_D$  rất lớn nên:

$$I_e = (\beta_D + 1)I_b \approx \beta_D I_b$$

Điện áp phân cực là:

$$V_e = I_e R_e$$

$$V_b = V_e + R_e$$



Hình 4.10: Sơ đồ mạch transistor trong mô hình khuếch đại đại số

- Tính trở kháng vào  $Z_i$

Dòng cực B chạy qua  $r_v$  là:  $I_b = \frac{V_i - V_o}{r_v}$

Vi:  $V_o = (I_b + \beta_D I_b) R_e$

$$\Rightarrow I_b r_v = V_i - V_o = V_i - I_b (1 + \beta_D R_e)$$

$$\Rightarrow V_i = I_b (r_v + (1 + \beta_D) R_e)$$

Trở kháng vào nhìn từ cực B của Tranzito :

$$\frac{V_i}{I_b} = r_v + \beta_D \cdot R_e$$

⇒ Trở kháng vào của mạch:

$$Z_i = R_b // (r_v + \beta_D \cdot R_e) \quad (4.26)$$

- Hệ số khuếch đại dòng:  $A_i$

Dòng điện ra trên  $R_E$

$$I_o = I\beta + \beta_D \cdot R_e = (\beta_D + 1)I_b \approx \beta_D \cdot I_b$$

Với  $\frac{I_o}{I_b} = \beta_D$

⇒ Hệ số khuếch đại dòng của mạch là:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_o}{I_b} \cdot \frac{I_b}{I_i}$$

Với:  $I_b = \frac{R_b}{(r_v + \beta_D \cdot R_e) + R_b} I_i \approx \frac{R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b} I_i$

$$\Rightarrow A_i = \beta_D \cdot \frac{R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b} = \frac{\beta_D \cdot R_b}{\beta_D \cdot R_e + R_b} \quad (4.27)$$

- Trở kháng ra:  $Z_o$

Ta có:

$$I_o = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{r_i} - \beta_D I_b = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{r_i} - \beta_D \left( \frac{V_o}{r_i} \right) = \left( \frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i} \right) V_o$$

Mặt khác:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{1}{\frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i}} \quad (4.28)$$

- Hệ số khuếch đại điện áp:

- Hệ số khuếch đại điện áp:

$$V_o = (I_b + \beta_D \cdot I_b) \cdot R_e = I_b (R_e + \beta_D \cdot R_e)$$

$$V_i = I_b \cdot r_i + R_e \cdot (I_b + \beta_D \cdot I_b)$$

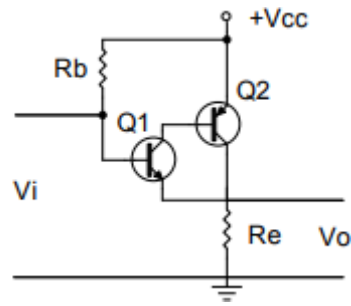
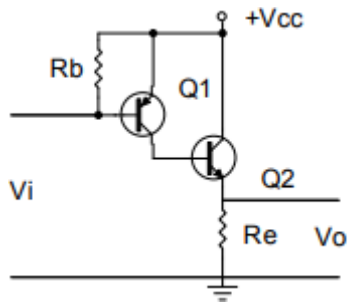
Ta có:

$$V_i = I_b (r_i + R_e + \beta_D \cdot R_e)$$

$$V_o = \frac{V_i}{r_i + (R_e + \beta_D \cdot R_e)} \cdot (R_e + \beta_D \cdot R_e)$$

$$A_u = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_e + \beta_D \cdot R_e}{r_i + (R_e + \beta_D \cdot R_e)} \approx 1 \quad (4.29)$$

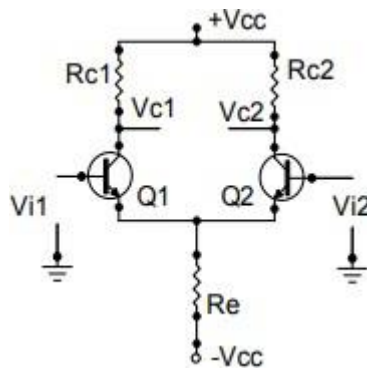
Trong thực tế ứng dụng ngoài cách mắc căn bản dùng hai tranzito cùng loại PNP hoặc NPN người ta còn có thể dùng hai Tranzito khác loại để tạo thành mạch khuếch đại Darlington như hình minh họa:



### 2.2.3. Mạch khuếch đại vi sai.

Các mạch khuếch đại đã xét khuếch đại trực tiếp tín hiệu vào. Mạch khuếch đại vi sai chỉ khuếch đại sai lệch giữa hai tín hiệu vào.

Sơ đồ một mạch khuếch đại vi sai căn bản được trình bày ở (hình 4-11).



Mạch làm việc theo nguyên lí cầu cân bằng và có cấu trúc đối xứng. Hai Tranzito cùng tên nên có các thông số kỹ thuật giống hệt nhau. Mạch có hai ngõ vào  $V_{i1}$  và  $V_{i2}$  và có một ngõ ra ( $V_{c1}$  và  $V_{c2}$ ). Điện áp lấy ra giữa hai cực C của Q1 và Q2 gọi là kiểu đối xứng. Nếu điện áp lấy ra giữa một trong hai cực C của Tranzito với Mass gọi là kiểu lấy ra không đối xứng.

Nếu cực B của Q1 có tín hiệu ngõ vào  $V_{i1}$ , Cực B của Q2 có tín hiệu ngõ vào  $V_{i2}$  thì điện áp ngõ ra lấy ra giữa hai cực C là:

$$V_o = A.(V_{c_1} - V_{c_2})$$

Trong đó  $A$  là hệ số khuếch đại điện áp vi sai.

Điện áp ra  $V_c = V_{c_1} = V_{c_2}$  so với Mass là:

$$V_c = V_{cc} - I_c.R_c$$

Ở chế độ một chiều (không có tín hiệu xoay chiều) như (hình 4-12). thì do cực B nối qua điện trở  $R_b$  về Mass nên  $V_b \approx 0$ . Điện áp cực E là:

$$V_e = V_b = V_{be} = 0 - 0,7 = -0,7v$$

Dòng cực E:

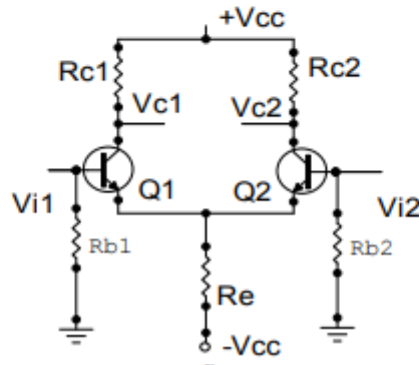
$$I_e = \frac{V_e - (-V_{cc})}{R_e} = \frac{V_{cc} - 0,7}{R_e}$$

Vi Q1 và Q2 giống nhau nên:

$$I_{e_1} = I_{e_2} = \frac{I_e}{2}$$

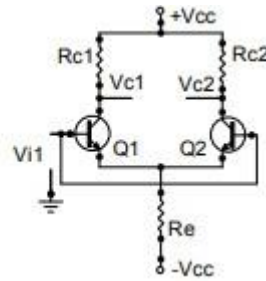
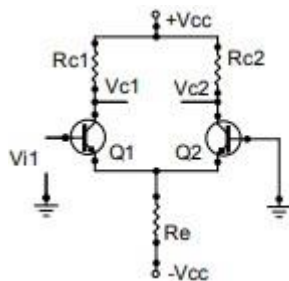
$$I_{c_1} = I_{c_2} = \frac{I_e}{2}$$

$$V_{c_1} = V_{c_2} = V_c = V_{cc} - I_c.R_c$$



Khi đầu vào có tín hiệu xoay chiều (Chế độ xoay chiều) thì tùy cách đưa tín hiệu vào mà ta có các chế độ làm việc khác nhau:

- Chế độ vi sai: Có hai tín hiệu vào ở hai cực B (hình 4-12; 4-13).
- Chế độ đơn: Một tín hiệu vào ở một cực B, Cực B còn lại nối Mass (hình 4-13).
- Chế độ đồng pha: Một tín hiệu cùng đưa vào hai cực B (hình 4-14)



## 2.3. Mạch khuếch đại công suất

Mục tiêu:

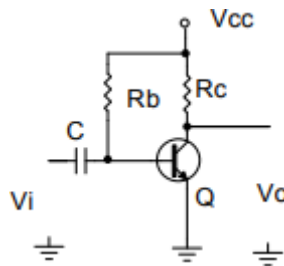
- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động, tính chất của các mạch khuếch đại công suất

- Kiểm tra được các thông số đầu vào, ra của các mạch khuếch đại công suất

### 2.3.1. Mạch khuếch đại đơn.

Trong mạch khuếch đại chế độ A, điểm làm việc thay đổi đối xứng xung quanh điểm làm việc tĩnh. Xét tầng khuếch đại đơn mắc EC và mạch này có hệ số

khuếch đại lớn và méo nhỏ. Chỉ xét mạch ở nguồn cấp nối tiếp. Mô tả việc phân loại (hình 4-15).



Trong đó:

- Q: Tranzito khuếch đại công suất
- Rc: Điện trở tải
- Rb: Điện trở phân cực
- C: Tụ lên lạc tín hiệu ngõ vào
- Vi: Tín hiệu ngõ vào tầng khuếch đại công suất
- Vo: Tín hiệu ngõ ra tầng khuếch đại công suất

Chế độ tĩnh:

Dòng phân cực một chiều được tính theo công thức Vcc và Rb

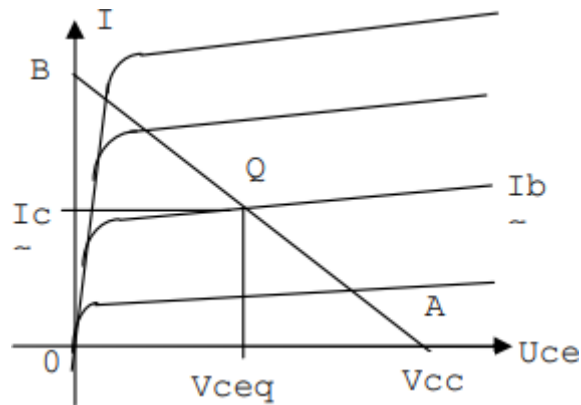
$$I_b = \frac{V_{cc} - 0,7}{R_b}$$

Tương ứng với dòng cực C là:

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

Từ giá trị Vcc ta vẽ được đường tải một chiều AB. Từ đó xác định được điểm làm việc Q tương ứng với  $I_{BQ}$  trên đặc tuyến ra. Hạ đường chiếu từ điểm Q đến hai

trục tọa độ sẽ được  $I_{CQ}$  và  $V_{CEQ}$



Chế độ động:

Khi có một tín hiệu AC được đưa đến đầu vào của bộ khuếch đại, dòng điện và điện áp sẽ thay đổi theo đường tải một chiều.

Một tín hiệu đầu vào nhỏ sẽ gây ra dòng điện cực B thay đổi xung quanh điểm làm việc tĩnh, dòng cực C và điện áp Vce cũng thay đổi xung quanh điểm làm việc này.

Khi tín hiệu vào lớn biến thiên xa hơn so với điểm làm việc tĩnh đã được thiết lập từ trước. dòng điện Ic và điện áp Vce biến thiên và đạt đến giá trị giới hạn. Đối

với dòng điện, giá trị giới hạn này thấp nhất  $I_{min} = 0$ , và cao nhất  $I_{max} = V_c/R_c$ .

Đối với điện áp Vce, giới hạn thấp nhất  $V_{ce} = 0V$ , và cao nhất  $V_{ce} = V_{cc}$ .

Công suất cung cấp từ nguồn một chiều:

$$P = V_{cc} \cdot I_c$$

Công suất ra:

+ Tính theo giá trị hiệu dụng:

$$P_o = V_{ce} \cdot I_c$$

$$P_o = I_c^2 \cdot R_c$$

+ Tính theo giá trị đỉnh:

$$P_o = \frac{V_{ce} \cdot I_c}{2} = \frac{I_c^2 \cdot R_c}{2}$$

$$P_o = \frac{V_{ce}^2}{2 \cdot R_c}$$

+ Tính theo giá trị đỉnh - đỉnh:



$$P_o = \frac{V_{ce} \cdot I_c}{8}$$

$$P_o = \frac{I_c^2}{8} \cdot R_c$$

$$P_o = \frac{V_{ce}^2}{8R_c}$$

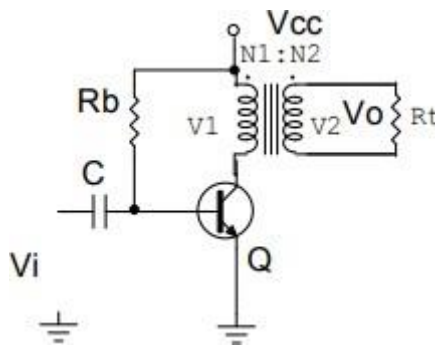
Hiệu suất mạch: Hiệu suất của một mạch khuếch đại phụ thuộc tổng công suất xoay chiều trên tải và tổng công suất cung cấp từ nguồn 1 chiều. Hiệu suất được tính theo công thức sau:

$$\eta = \frac{P_o}{P} \cdot 100\%$$

$P_o$ : Công suất ra

$P$ : Công suất cung cấp từ nguồn một chiều

Mạch khuếch đại công suất chế độ A ghép biến áp:



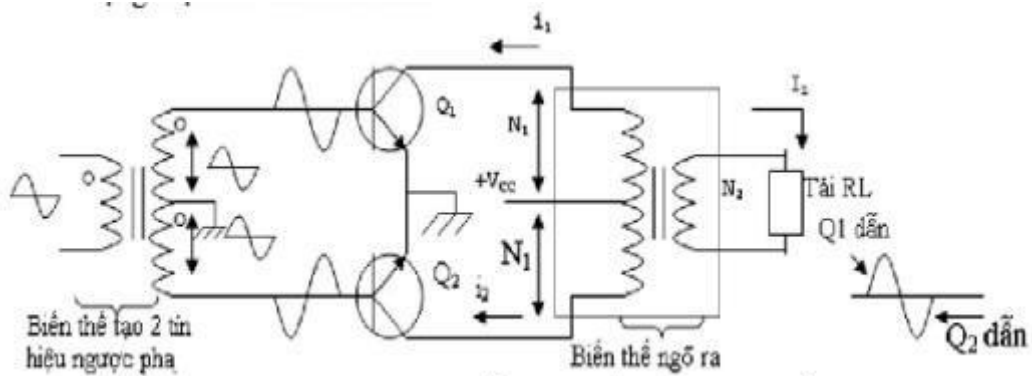
Hình 4.17

Đây là mạch khuếch đại công suất chế độ A với hiệu suất tối đa khoảng 50%, sử dụng biến áp để lấy tín hiệu ra đến tải  $R_t$  hình 4.17. Biến áp có thể tăng hay giảm điện áp và dòng điện theo tỉ lệ tính toán trước.

Sự biến đổi điện áp theo biểu thức:  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}$

### 2.3.2. Mạch khuếch đại đẩy kéo.

Trong mạch khuếch đại công suất lớp B, người ta phân cực với  $V_B = 0V$  nên bình thường transistor không dẫn điện và chỉ dẫn điện khi có tín hiệu đủ lớn đưa vào. Do phân cực như thế nên transistor chỉ dẫn điện được ở một bán kỳ của tín hiệu (bán kỳ dương hay âm tùy thuộc vào transistor NPN hay PNP). Do đó muốn nhận được cả chu kỳ của tín hiệu ở ngõ ra người ta phải dùng 2 transistor, mỗi transistor dẫn điện ở một nửa chu kỳ của tín hiệu. Mạch này gọi là mạch công suất đẩy kéo (push-pull), trong thực tế ứng dụng có một số dạng mạch cơ bản sau:



Hình 4-18. Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp

Ưu điểm của mạch là ở chế độ phân cực tĩnh không tiêu thụ nguồn cung cấp do 2 Tranzito không dẫn điện nên không tổn hao trên mạch. Mặt khác do không dẫn điện nên không xảy ra méo do bão hoà từ. Hiệu suất của mạch đạt khoảng 80%.

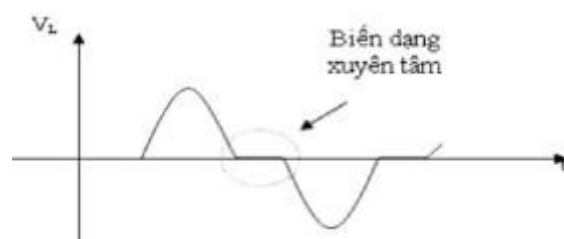
Nhược điểm của mạch là méo xuyên giao lớn khi tín hiệu vào nhỏ, khi cả hai về khuếch đại không được cân bằng.

Nguyên lý hoạt động của mạch:

- Trong bán kỳ dương của tín hiệu, Q1 dẫn. Dòng  $i_1$  chạy qua biến thế ngõ ra tạo cảm ứng cấp cho tải. Lúc này pha của tín hiệu đưa vào Q2 là âm nên Q2 ngưng dẫn.

- Đến bán kỳ kế tiếp, tín hiệu đưa vào Q2 có pha dương nên Q2 dẫn. Dòng  $i_2$  qua biến thế ngõ ra tạo cảm ứng cung cấp cho tải. Trong lúc đó pha tín hiệu đưa vào Q1 là âm nên Q1 ngưng dẫn.

Chú ý là  $i_1$  và  $i_2$  chạy ngược chiều nhau trong biến thế ngõ ra nên điện thế cảm ứng bên cuộn thứ cấp tạo ra bởi Q1 và Q2 cũng ngược pha nhau, chúng kết hợp với nhau tạo thành cả chu kỳ của tín hiệu.

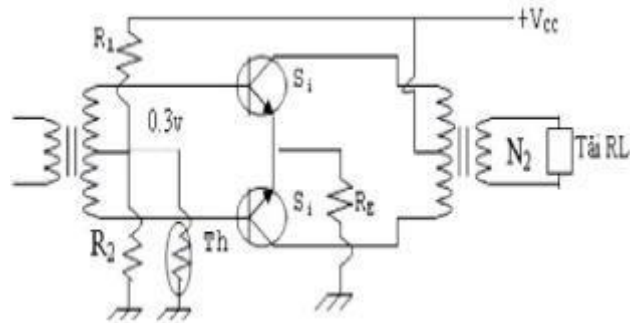


Thực tế, tín hiệu ngõ ra lấy được trên tải không được trọn vẹn như trên mà bị biến dạng. Lý do là khi bắt đầu một bán kỳ, transistor không dẫn điện ngay mà phải chờ khi biên độ vượt qua điện thế ngưỡng VBE. Sự biến dạng này gọi là sự biến dạng xuyên tâm (cross-over). Để khắc phục, người ta phân cực VB dương một chút (thí dụ ở transistor NPN) để transistor có thể dẫn điện tốt ngay khi có tín hiệu áp vào chân B. Cách phân cực này gọi là phân cực loại AB. Chú ý là trong cách phân cực này độ dẫn điện của transistor công suất không đáng kể khi chưa có tín hiệu.

Ngoài ra, do hoạt động với dòng IC lớn, transistor công suất dễ bị nóng lên. Khi

nhiệt độ tăng, điện thế ngưỡng VBE giảm (transistor dễ dẫn điện hơn) làm dòng IC càng lớn hơn, hiện tượng này chông chắt dẫn đến hư hỏng transistor. Để khắc phục, ngoài việc phải giải nhiệt đầy đủ cho transistor, người ta mắc thêm một điện trở nhỏ (thường là vài  $\Omega$ ) ở hai chân E của transistor công suất xuống mass. Khi transistor chạy mạnh, nhiệt độ tăng, IC tăng tức IE làm VE tăng dẫn đến VBE giảm.

Kết quả là transistor dẫn yếu trở lại.



Mạch khuếch đại công suất loại AB dùng biến áp đảo pha và biến thế xuất âm

Ngoài ra, người ta thường mắc thêm một điện trở nhiệt có hệ số nhiệt âm (thermistor) song song với R2 để giảm bớt điện thế phân cực VB bù trừ khi nhiệt độ tăng.

Mạch khuếch đại công suất ghép trực tiếp mục đích là để bù méo tạo tín hiệu đối xứng chống méo xuyên giao, được sử dụng chủ yếu là cặp Tranzito hỗ trợ đối xứng (là 2 tranzito có các thông số kỹ thuật hoàn toàn giống nhau nhưng khác loại PNP và NPN, đồng thời cùng chất cấu tạo) (hình 4-19).

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch:

C: Tự liên lạc tín hiệu ngõ vào

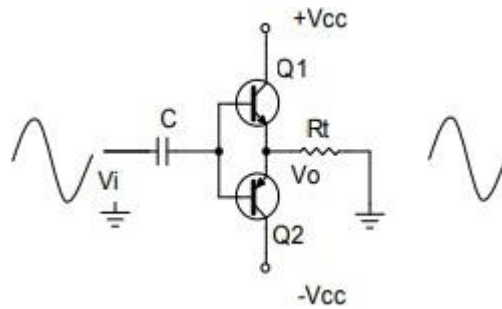
Rt: Điện trở tải của tầng khuếch đại công suất

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất hỗ trợ đối xứng

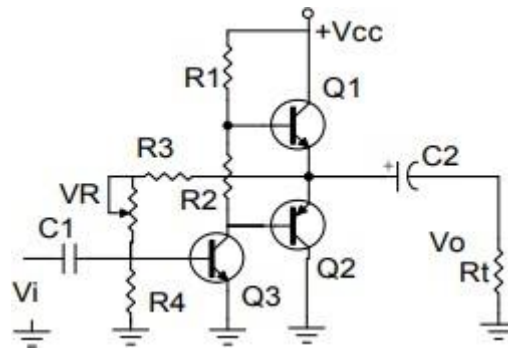
Mạch có đặc điểm là nguồn cung cấp cho mạch phải là 2 nguồn đối xứng, khi không đảm bảo yếu tố này dạng tín hiệu ra dễ bị méo nên thông thường nguồn cung cấp cho mạch thường được lấy từ các nguồn ổn áp.

Hoạt động của mạch: Mạch được phân cực với thiên áp tự động. ở bán kỳ dương của tín hiệu Q1 dẫn dòng điện nguồn dương qua tải Rt, Q2 tắt không cho dòng điện nguồn qua tải. ở bán kỳ âm của tín hiệu Q2 dẫn dòng nguồn âm qua tải Rt, Q1 tắt.

Mạch này có ưu điểm đơn giản, chống méo hài, hiệu suất lớn và điện áp phân cực ngõ ra  $\approx 0v$  nên có thể ghép tín hiệu ra tải trực tiếp. Nhưng dễ bị méo xuyên giao và cần nguồn đối xứng làm cho mạch điện cồng kềnh, phức tạp đồng thời dễ làm hư hỏng tải khi Tranzito bị đánh thủng. Để khắc phục nhược điểm này thông thường người ta dùng mạch ghép ra dùng tụ.



Mạch đẩy kéo ghép dùng tụ:



Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch:

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất

Q3: Đảo pha tín hiệu

R1, R2: Phân cực cho Q1, Q2 đồng thời là tải của Q3

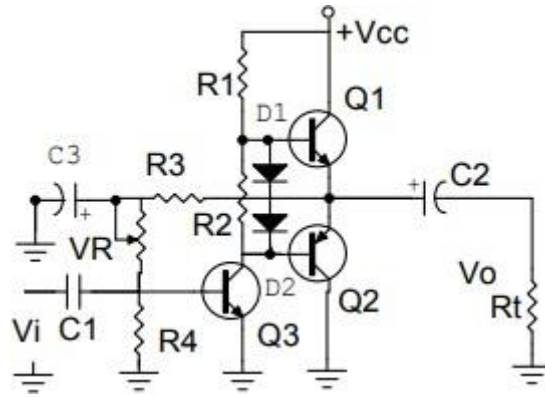
R3, VR: Lấy một phần điện áp một chiều ngõ ra quay về kết hợp với R4 làm điện áp phân cực cho Q3 làm hồi tiếp âm điện áp ổn định điểm làm việc cho mạch.

C1: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào.

C2: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ ra đến tải.

Mạch này có đặc điểm là có độ ổn định làm việc tương đối tốt, điện áp phân cực ngõ ra  $V_o \approx \frac{V_{cc}}{2}$  khi mạch làm việc tốt. Nhưng có nhược điểm dễ bị méo xuyên

giao nếu chọn chế độ phân cực cho 2 tranzito Q1, Q2 không phù hợp hoặc tín hiệu ngõ vào có biên độ không phù hợp với thiết kế của mạch và một phần tín hiệu ngõ ra quay trở về theo đường hồi tiếp âm làm giảm hiệu suất của mạch để khắc phục nhược điểm này người ta có thể dùng mạch sau:



Trong đó C3: Lọc bỏ thành phần xoay chiều của tín hiệu

D1, D2: Cắt rào điện áp phân cực cho Q1 và Q2,

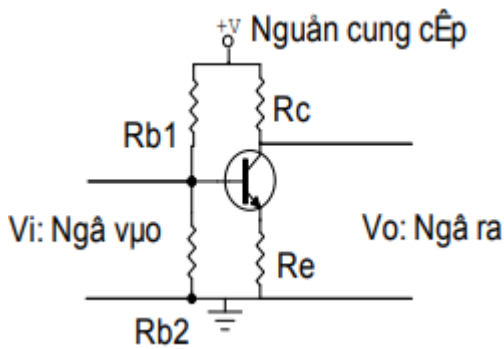
Trên thực tế mạch có thể dùng từ 1 đến 4 điốt cùng loại để cắt rào điện thế.

Ngoài ra với sự phát triển của công nghệ chế tạo linh kiện hiện nay các mạch công suất thường được thiết kế sẵn dưới dạng mạch tổ hợp (IC) rất tiện lợi cho việc thiết kế mạch và thay thế trong sửa chữa.

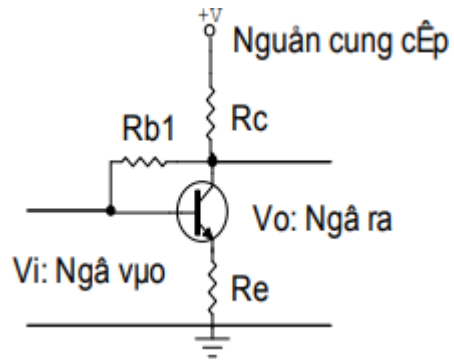
## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1.1. Lắp ráp mạch:

Mạch khuếch đại mắc theo kiểu E-C: Theo sơ đồ mạch điện



$R_c = 1K\Omega$   
 $R_e = 100\Omega$   
 $R_{b1} = 22K\Omega$   
 $R_{b2} = 1,8K\Omega$



$R_c = 1K\Omega$   
 $R_e = 100\Omega$   
 $R_{b1} = 220K\Omega$

1.2. Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 - 12 v vào mạch điện tăng dần điện

áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

1.3. Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi

tăng nguồn và cho nhận xét.

1.4. Lần lượt giữ nguồ ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.

1.5. Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

## BÀI 5: CÁC MẠCH ỨNG DỤNG DÙNG BJT

Mã bài: 05

### Giới thiệu:

Ngoài công dụng chính là khuếch đại Tranzito còn có các công dụng khác là tạo ra các nguồn tín hiệu, biến đổi các tín hiệu điều khiển, biến đổi nguồn trong mạch điện như tạo các xung điều khiển, xén tín hiệu, ghim mức tín hiệu, ổn định nguồn điện cung cấp... nhất là trong các mạch điện tử đơn giản.

- Với sự tiến bộ của lĩnh vực vật lý chất rắn, tranzito BJT ngày càng hoạt động được ở tần số cao có tính ổn định.

- Các mạch dùng tranzito BJT chịu va chạm cơ học, do đó được sử dụng rất thuận tiện trong các dây chuyền công nghiệp có rung động cơ học lớn.

- Tranzito BJT ngày càng có tuổi thọ cao nên càng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử thay thế cho các đèn điện tử chân không.

Với các ưu điểm trên, mạch ứng dụng dùng tranzito BJT được sử dụng rộng rãi trong các dây chuyền công nghiệp và trong đời sống xã hội.

Nghiên cứu các mạch ứng dụng dùng Tranzito là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

### 1. Mục tiêu bài học:

- Lắp ráp mạch dao động, mạch xén, mạch ghim áp, mạch ổn áp theo sơ đồ bản vẽ cho trước.

- Đo đạc/kiểm tra/sửa chữa các mạch điện theo yêu cầu kỹ thuật.

- Thiết kế/lắp ráp các mạch theo yêu cầu kỹ thuật.

- Thay thế các mạch hư hỏng theo số liệu cho trước.

### 2. Nội dung bài:

#### 2.1. Mạch dao động.

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động của các mạch dao động

- Lắp ráp được các mạch dao động đơn giản đạt yêu cầu kỹ thuật

##### 2.1.1. Dao động đa hài.

Trong kỹ thuật, để tạo ra các dao động không sin người ta thường dùng các bộ dao động tích thoát. Về nguyên tắc, bất kỳ một bộ dao động không điều hoà nào cũng được coi là một dao động không sin. Trong các bộ dao động sin ngoài các linh kiện điện tử, trong mạch còn có mạch dao động gồm hai phần tử phản kháng là cuộn dây (L) và tụ điện (C) Trong các bộ dao động tích thoát phần tử tích trữ năng lượng được nạp điện và sau đó nhờ thiết bị chuyển mạch nó phóng điện đến một mức xác định nào đó rồi lại được nạp điện. Nếu việc phóng điện

được thực hiện qua điện trở thì gần như toàn bộ năng lượng được tích lũy đều được tiêu hao dưới dạng nhiệt. Như vậy mạch dao động tích thoát thường gồm hai phần tử chính đó là: Cuộn dây (L) và điện trở (R) hoặc tụ điện (C) và điện trở (R). Thông thường mạch dùng R, C là chủ yếu.

Mạch dao động đa hài là mạch dao động tích thoát tạo ra các xung vuông.

Mạch có thể công tác ở ba chế độ:

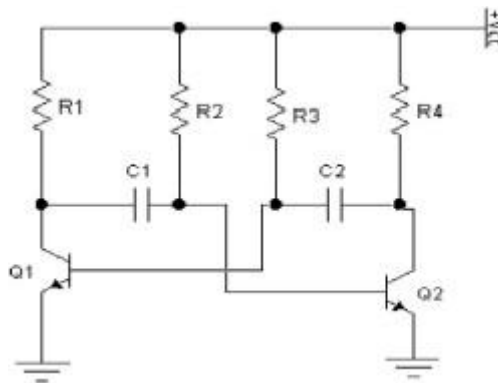
- Chế độ tự dao động gọi là trạng thái tự kích (không ổn)
- Chế độ đồng bộ (đơn ổn)
- Chế độ đọi (luỡng ổn)

Mạch dao động đa hài không ổn

Định nghĩa: Mạch dao động đa hài không ổn là mạch dao động tích thoát dùng R, C tạo ra các xung vuông hoạt động ở chế độ tự dao động.

Cấu tạo

Trong mạch dao động đa hài không ổn, người ta thường dùng các tranzito Q1, Q2 loại NPN. Các linh kiện trong mạch có những chức năng riêng, góp phần làm cho mạch dao động. Các trị số của các linh kiện R và C có tác dụng quyết định đến tần số dao động của mạch. Các điện trở R1, R3 làm giảm áp và cũng là điện trở tải cấp nguồn cho Q1, Q2. Các điện trở R2, R3 có tác dụng phân cực cho các tranzito Q1, Q2. Các tụ C1, C2 có tác dụng liên lạc, đưa tín hiệu xung từ tranzito Q1 sang tranzito Q2 và ngược lại. (hình 5-1) minh họa cấu tạo của mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito và các linh kiện R và C.



Hình 5-1: Mạch dao động đa hài không ổn

Mạch trên Hình 5.1 có cấu trúc đối xứng: các tranzito cùng thông số và cùng loại (hoặc NPN hoặc PNP), các linh kiện R và C có cùng trị số như nhau.

-Nguyên lý hoạt động

Như đã nêu trên, trong mạch trên Hình 5.1, các nhánh mạch có tranzito Q1 và Q2 đối xứng nhau: 2 tranzito cùng thông số và cùng loại NPN, các linh kiện điện trở và tụ điện tương ứng có cùng trị số:  $R1 = R4$ ,  $R2 = R3$ ,  $C1 = C2$ . Tuy vậy, trong thực tế, không thể có các tranzito và linh kiện điện trở và tụ điện



giống nhau tuyệt đối, vì chúng đều có sai số, cho nên khi cấp nguồn Vcc cho mạch điện, sẽ có một trong hai tranzito dẫn trước hay dẫn mạnh hơn.

Giả sử phân cực cho tranzito Q1 cao hơn, cực B của tranzito Q1 có điện áp dương hơn điện áp cực B của tranzito Q2, Q1 dẫn trước Q2, làm cho điện áp tại chân C của Q1 giảm, tụ C1 nạp điện từ nguồn qua R2, C1 đến Q1 về âm nguồn, làm cho cực B của Q2 giảm xuống, Q2 nhanh chóng ngưng dẫn. Trong khi đó, dòng IB1 tăng cao dẫn đến Q1 dẫn bão hòa. Đến khi tụ C1 nạp đầy, điện áp dương trên chân tụ tăng điện áp cho cực B của Q2, Q2 chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện, trong khi đó, tụ C2 được nạp điện từ nguồn qua R3 đến Q2 về âm nguồn, làm điện áp tại chân B của Q1 giảm thấp, Q1 từ trạng thái dẫn sang trạng thái ngưng dẫn. Tụ C1 xả điện qua mối nối B-E của Q2 làm cho dòng IB2 tăng cao làm cho tranzito Q2 dẫn bão hòa. Đến khi tụ C2 nạp đầy, quá trình diễn ra ngược lại.

Trên cực C của 2 tranzito Q1 và Q2 xuất hiện các xung hình vuông, chu kỳ T được tính bằng thời gian tụ nạp điện và xả điện trên mạch.

$$T = (t_1 + t_2) = 0,69 (R_2 \cdot C_1 + R_3 \cdot C_2) \quad (5.1)$$

Do mạch đối xứng, ta có:

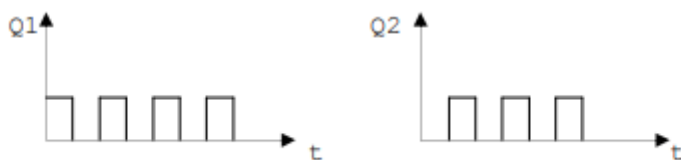
$$T = 2 \times 0,69 \cdot R_2 \cdot C_1 = 1,4 \cdot R_3 \cdot C_2 \quad (5.2)$$

Trong đó:

t1, t2: thời gian nạp và xả điện trên mạch

R1, R3: điện trở phân cực B cho tranzito Q1 và Q2

C1, C2: tụ liên lạc, còn gọi là tụ hồi tiếp xung dao động



Hình 5-2: Dạng xung trên các tranzito Q1 và Q2 theo thời gian

Từ đó, ta có công thức tính tần số xung như sau:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,69 (R_2 \cdot C_1 + R_3 \cdot C_2)} \quad (5-3)$$

$$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{1,4 (R_B \cdot C)} \quad (5-4)$$

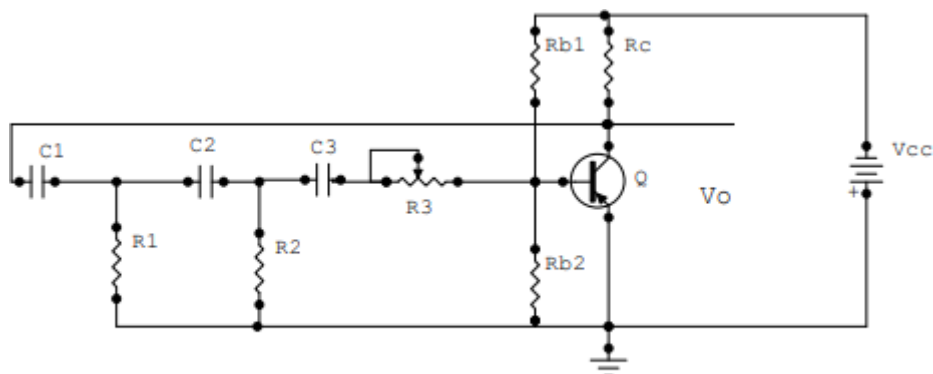
Ngày nay, công nghệ chế tạo IC rất phát triển, nên việc lắp ráp mạch dao động, ngoài việc dùng tranzito, người ta còn hay dùng IC 555 hoặc IC số. Tuy vậy, chúng ta cần nắm vững cấu tạo và hoạt động của mạch dao động đa hài dùng tranzito, để vận dụng kiến thức khi sửa chữa mạch trong các thiết bị.

### 2.1.2. Dao động dịch pha.

Điểm chính là mạch được mắc theo kiểu E chung. Sự hồi tiếp từ cực C đến cực

B qua các linh kiện  $C_1, C_2, C_3, R_1, R_2, R_3$  nối tiếp với đầu vào. Điện trở  $R_3$  có tác dụng biến đổi tần số của mạch dao động. Đối với mỗi mạch dịch pha RC để tạo ra sự dịch pha  $60^\circ$  thì  $C_1=C_2=C_3$  và  $R_1=R_2=R_3$ . Tần số của mạch dao động  $f_0$  được tính:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C_1 \cdot \sqrt{6R_1^2 + 4R_1 \cdot R_c}} \quad (5-11)$$



Hình 5-14. Mạch dao động dịch pha

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn Qua cầu chia thế  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$  Q dẫn điện, điện áp trên cực C của Tranzito Q giảm được đưa trở về qua mạch hồi tiếp  $C_1, C_2, C_3$  và  $R_1, R_2, R_3$  và được di pha một góc  $180^\circ$  nên có biên độ tăng cùng chiều với ngõ vào (Hồi tiếp dương). Tranzito tiếp tục dẫn mạnh đến khi dẫn bão hoà thì các tụ xả điện làm cho điện áp tại cực B Tranzito giảm thấp, tranzito chuyển sang trạng thái ngưng dẫn đến khi xả hết điện, điện áp tại cực B tăng lên hình thành chu kỳ dẫn điện mới. Hình thành xung tín hiệu ở ngõ ra. Điều quan trọng cần ghi nhớ là đường vòng hồi tiếp phải thoả mãn điều kiện là pha của tín hiệu ngõ ra qua mạch di pha phải lệch một góc  $180^\circ$ , nếu không thoả mãn điều kiện này thì mạch không thể dao động được, hoặc dạng tín hiệu ngõ ra sẽ bị biến dạng không đối xứng.

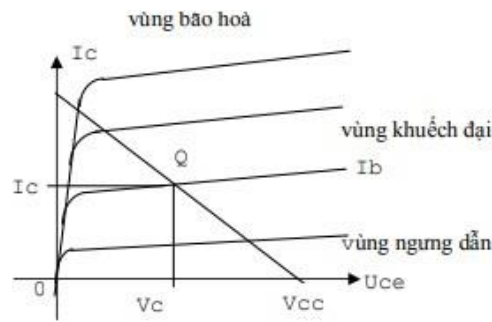
Mạch thường được dùng để tạo xung có tần số điều chỉnh như mạch dao động dọc trong kỹ thuật truyền hình, do mạch làm việc kém ổn định khi nguồn cung cấp không ổn định hoặc độ ẩm môi trường thay đổi nên ít được sử dụng trong điện tử công nghiệp và các thiết bị cần độ ổn định cao về tần số.

## 2.2. Mạch xén.

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động của các mạch xén dùng tranzitor
- Trình bày được các ứng dụng của mạch xén

Mạch xén còn được gọi là mạch cắt ngọn tín hiệu nhằm mục đích sửa dạng, giới hạn mức biên độ tín hiệu nên được dùng rất phổ biến trong các mạch điều khiển và xử lý tín hiệu điều khiển. Mạch xén có thể dùng Diot hoặc tranzito và tùy theo nhu cầu của mạch điện mà có thể xén trên, xén dưới, hoặc xén ở hai mức độ lập. Trong bài này chỉ giới thiệu các mạch xén dùng tranzito. Mức xén được xác lập dựa trên chế độ phân cực của Tranzito. (hình 5-18)

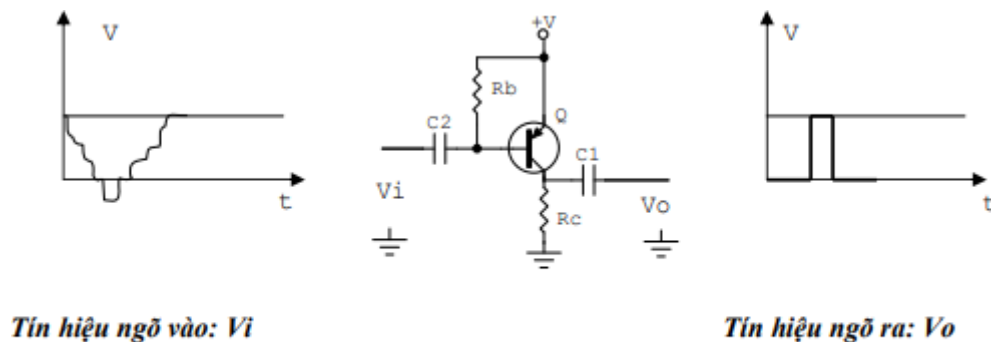


Hình 5-18. Đặc tuyến làm việc của tranzito

Do tính chất làm việc của tranzito khi biên độ tín hiệu ngõ vào của mạch nằm dưới mức phân cực làm việc thì tranzito không dẫn nên tín hiệu bị xén, ngược lại khi tín hiệu ngõ vào vượt qua mức ngưỡng thì tranzito bị dẫn bão hoà tín hiệu cũng bị xén. Lợi dụng tính chất này mà người ta thiết kế nên các mạch xén dùng tranzitor, gồm mạch xén trên, mạch xén dưới hoặc xén ở hai mức độc lập

### 2.2.1. Mạch xén trên.

Hoạt động của mạch như sau: Tranzito được phân cực tĩnh nằm sâu trong vùng ngưng dẫn (Chế độ C) nhờ điện trở  $R_b$  phân cực B cho tranzito xuống mass  $V_{be} = 0V$ , Tranzito ngưng dẫn điện áp tại cực C =  $V_{cc}$ . Khi có tín hiệu có pha dương ngõ vào làm cho điện áp tại B tăng dần lên nhưng chưa đủ lớn làm cho tranzito dẫn điện đến khi đạt giá trị đủ lớn tranzito chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện, nhanh chóng rơi vào vùng khuếch đại, khoảng biên độ tín hiệu còn lại được khuếch đại lấy ra trên cực C. trong trường hợp tín hiệu ngõ vào có pha âm thì mạch điện có cấu trúc ngược lại như (hình 5-20).



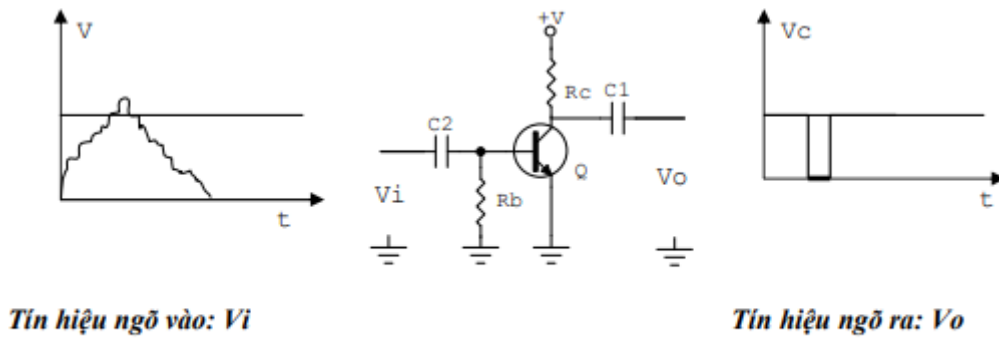
Tín hiệu ngõ vào:  $V_i$

Tín hiệu ngõ ra:  $V_o$

Hình 5-20. Mạch xén ở mức trên

### 2.2.2. Mạch xén dưới.

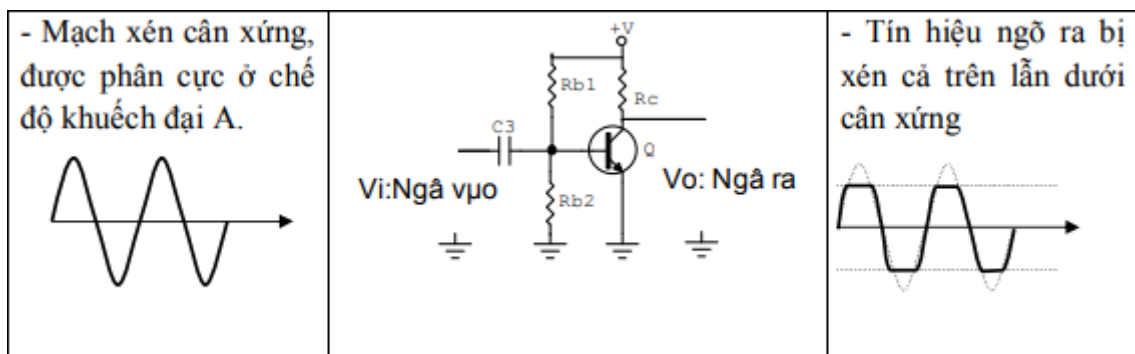
Mạch có công dụng cắt bỏ phần trên hay phần dưới của tín hiệu ngõ vào thường dùng để tách lấy tín hiệu riêng trong tín hiệu chung của nhiều thành phần tín hiệu khác nhau được điều chế dưới dạng biên độ hoặc dùng để sửa dạng tín hiệu, ở dạng mạch này Tranzito được phân cực tĩnh ở chế độ AB, B, C, hoặc D nằm nghiêng sang vùng ngưng dẫn, tùy vào mức tín hiệu cần xén. (hình 5-19) Là mạch dùng để tách tín hiệu đồng bộ trong tín hiệu hình hỗn hợp trong kỹ thuật truyền hình có ngõ vào là pha dương, mạch xén trong trường hợp này là mạch xén ở mức dưới (cắt bỏ phần dưới của tín hiệu).



Hình 5-19. Mạch xén ở mức dưới

### 2.2.3. Mạch xén 2 mức độc lập.

Ở mạch xén này tùy vào nhu cầu mạch điện mà người ta chọn xén hai mức cân xứng hay hai mức không cân xứng. Một vấn đề quan trọng là ở mạch xén dùng Tranzito là biên độ tín hiệu ngõ vào phải khá cao để đảm bảo sao cho vùng tín hiệu bị xén nằm ngay trong vùng ngưng dẫn hoặc vùng bão hoà của tranzito, tín hiệu lấy ra nằm trong vùng khuếch đại. Trong trường hợp xén hai mức độc lập cân xứng thì tranzito được phân cực ở chế độ khuếch đại hạng A, nếu xén ở hai mức độc lập không cân xứng thì tùy vào yêu cầu mà người ta chọn Tranzito loại PNP hay NPN và phân cực ở chế độ AB để tăng tuổi thọ làm việc của tranzito.

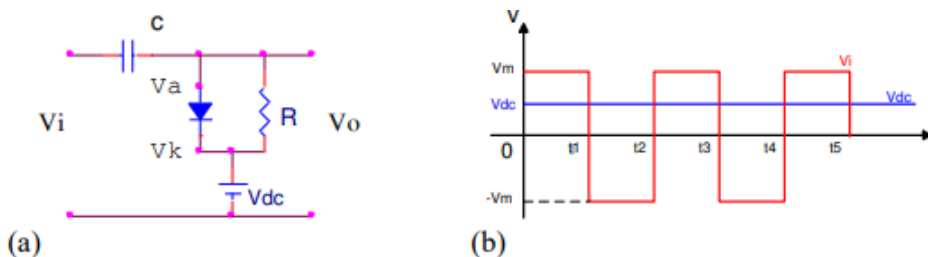


Hình 5-22. Mạch xén ở hai mức độc lập cân xứng

### 2.2.4. Mạch ghim áp.

Mạch ghim đỉnh trên

Cho mạch hình 5.23a, điện áp  $V_i$  và  $V_{dc}$  như hình 5.23b.

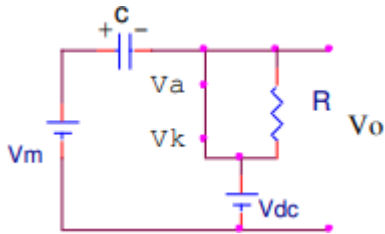


Hình 5.23

Gọi  $V_a$  là điện thế tại anode,  $V_k$  là điện thế tại cathode và  $V_c$  là điện áp trên tụ.

Giả sử, ban đầu điện áp trên tụ  $V_c$  bằng không.

Trong khoảng thời gian  $0 < t < t_1$ , ta thấy  $V_a > V_k$  làm diode dẫn, mạch hình 5.23a trở thành:

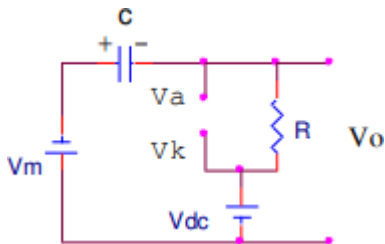


$$\Rightarrow V_o = V_{dc}$$

Tụ C nạp qua diode nên đầy tức thì, lúc

$$\text{này, } V_c = V_i - V_o = V_m - V_{dc}$$

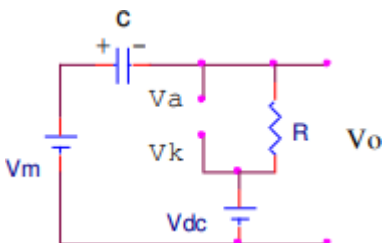
Trong khoảng thời gian  $t_1 < t < t_2$ , ta thấy  $V_a < V_k$  làm diode ngưng dẫn, mạch hình 2.20a trở thành:



Tụ C xả qua R. Do R rất lớn nên tụ xả không đáng kể  $\Rightarrow V_c$  là hằng số trong suốt khoảng thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2 \Rightarrow V_c = V_m - V_{dc}$

$$\text{Mà: } V_o = V_i - V_c = -V_m - (V_m - V_{dc}) = -2V_m + V_{dc}$$

Trong khoảng thời gian  $t_2 < t < t_3$ :



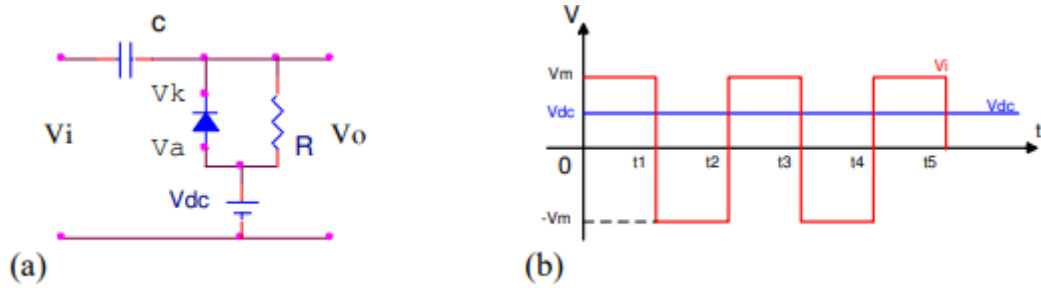
$$\text{Ta có: } -V_i + V_c + V_{ak} + V_{dc} = 0 \Rightarrow V_{ak} = V_i - V_c - V_{dc}$$

Do trong thời gian trước tụ xả không đáng kể nên tại thời điểm  $t_2$  điện áp trên

$$\text{tụ } V_c = V_m - V_{dc}. \Rightarrow V_{ak} = V_i - (V_m - V_{dc}) - V_{dc} = V_m - V_m + V_{dc} - V_{dc} = 0$$

Mạch ghim định dưới

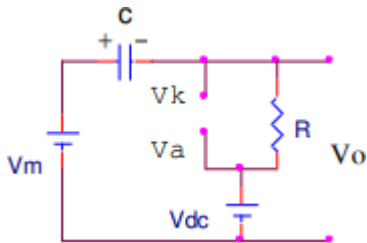
Cho mạch hình 2.22a, điện áp  $V_i$  và  $V_{dc}$  như hình 2.22b.



Hình 2.22

Gọi  $V_a$  là điện thế tại anode,  $V_k$  là điện thế tại cathode và  $V_c$  là điện áp trên tụ. Giả sử, ban đầu điện áp trên tụ  $V_c$  bằng không.

Trong khoảng thời gian  $0 < t < t_1$ , ta thấy  $V_k > V_a$  làm diode ngưng dẫn, mạch hình 2.22a trở thành:

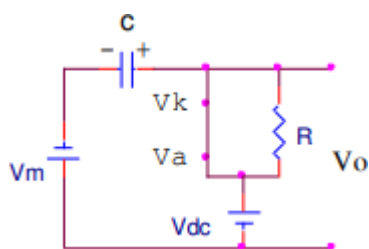


Tụ C nạp qua điện trở R có giá trị rất lớn nên nạp không đáng kể.

$$\Rightarrow V_c = 0V$$

$$\Rightarrow V_o = V_i - V_c = V_i$$

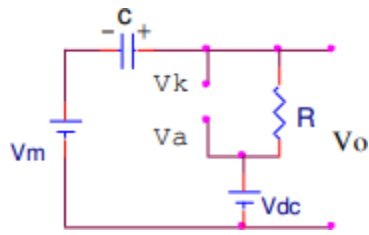
Trong khoảng thời gian  $t_1 < t < t_2$ , ta thấy  $V_a > V_k$  làm diode dẫn, mạch hình 2.22a trở thành:



$$\Rightarrow V_o = V_{dc}$$

Tụ C nạp qua diode nên đầy tức thì, lúc này,  $V_c = V_i - V_o = -V_m - V_{dc}$

Trong khoảng thời gian  $t_2 < t < t_3$ :



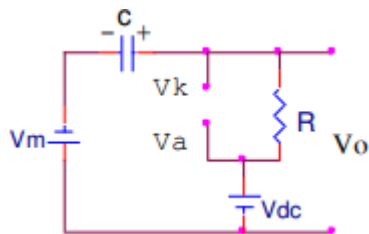
Diode ngưng dẫn, tụ xả qua R nên không đáng kể.

$V_c$  là hằng số trong khoảng thời gian từ  $t_2$  đến  $t_3$  và  $V_c = -V_m - V_{dc}$

Mà:  $V_o = V_i - V_c$

$$V_o = V_m + (V_m + V_{dc}) = 2V_m + V_{dc}$$

Trong khoảng thời gian  $t_3 < t < t_4$ :



Ta có:  $-V_i + V_c + V_{ka} + V_{dc} = 0$

$$V_{ka} = V_i - V_c - V_{dc}$$

Do trong thời gian trước tụ xả không đáng kể nên tại thời điểm  $t_3$  điện áp trên tụ  $V_c = -V_m - V_{dc}$ .

$$\Rightarrow V_{ka} = V_i + (V_m + V_{dc}) - V_{dc}$$

$$= -V_m + V_m + V_{dc} - V_{dc} = 0$$

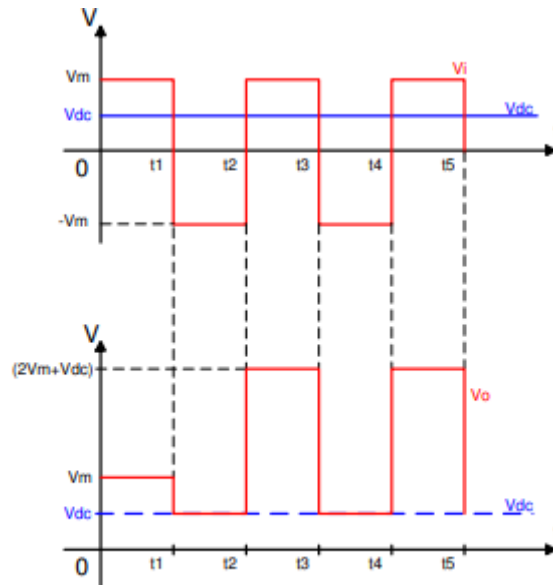
$\Rightarrow$  diode vẫn ngưng dẫn.

$$\Rightarrow V_o = V_i - V_c = -V_m + (V_m + V_{dc})$$

$$\Rightarrow V_o = V_{dc}$$

$\Rightarrow$  Ta làm tương tự cho các khoảng thời gian khác.

Từ những trình bày trên điện áp ra có dạng:



Hình 2.23

### 2.3. Mạch ổn áp

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bày được nguyên lý hoạt động của các mạch ổn áp
- Lắp ráp được mạch ổn áp đạt các thông số kỹ thuật

#### 2.3.1. Khái niệm

Định nghĩa: Ổn áp là mạch thiết lập nguồn cung cấp điện áp ổn định cho các mạch điện trong thiết bị theo yêu cầu thiết kế của mạch điện, từ một nguồn cung cấp ban đầu.

Phân loại: Tùy theo nhu cầu về điện áp, dòng điện tiêu thụ, độ ổn định mà trong kỹ thuật người ta phân chia mạch ổn áp thành hai nhóm gồm ổn áp xoay chiều và ổn áp một chiều.

Ổn áp xoay chiều dùng để ổn áp nguồn điện từ lưới điện trước khi đưa vào mạng cục bộ hay thiết bị điện. Ngày nay với tốc độ phát triển của kỹ thuật người ta có các loại ổn áp như: ổn áp bù từ, ổn áp dùng mạch điện tử, ổn áp dùng linh kiện điện tử...

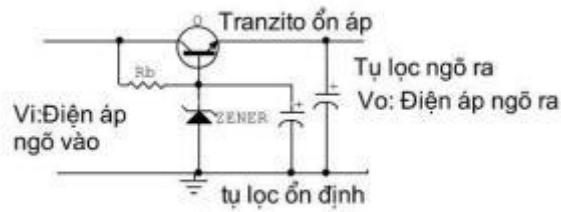
Ổn áp một chiều dùng để ổn định điện áp cung cấp bên trong thiết bị, mạch điện của thiết bị theo từng khu vực, từng mạch điện tùy theo yêu cầu ổn định của mạch điện. Người ta có thể chia mạch ổn áp một chiều thành hai nhóm lớn là ổn áp tuyến tính và ổn áp không tuyến tính (còn gọi là ổn áp xung), việc thiết kế mạch điện cũng đa dạng phức tạp, từ ổn áp dùng Diot zene, ổn áp dùng tranzito, ổn áp dùng IC... Trong đó mạch ổn áp dùng tranzito rất thông dụng trong việc cấp điện áp thấp, dòng tiêu thụ nhỏ cho các thiết bị và mạch điện có công suất tiêu thụ thấp.

#### 2.3.2. Ổn áp tham số.

Mạch lợi dụng tính ổn áp của diot zene và điện áp phân cực thuận của



tranzito để thiết lập mạch ổn áp



Hình 5-24. Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN

Q: Tranzito ổn áp

Rb: Điện áp phân cực B cho tranzito và diot zene

Ở mạch này cực B của tranzito được giữ mức điện áp ổn định nhờ diot zene và điện áp ngõ ra là điện áp của điện áp zene và điện áp phân cực thuận của tranzito

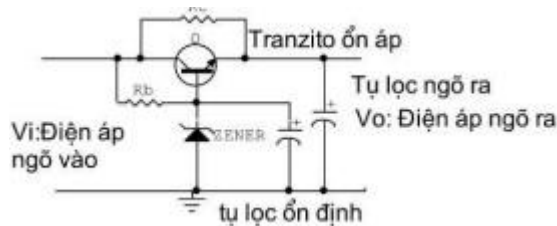
$$V_o = v_z + V_{be}$$

Vz: Điện áp zene

Vbe: Điện áp phân cực thuận của tranzito

Điện áp cung cấp cho mạch được lấy trên cực E của tranzito, tùy vào nhu cầu mạch điện mà mạch được thiết kế có dòng cung cấp lớn thường song song với mạch được mắc thêm một điện trở Rc khoảng vài chục đến vài trăm Ohm gọi là trở gánh dòng.

Việc chọn tranzito cũng được chọn tương thích với dòng tiêu thụ của mạch điện để tránh dư thừa làm mạch điện cồng kềnh và dòng phân cực qua lớn làm cho điện áp phân cực Vbe không ổn định dẫn đến điện áp cung cấp cho tải kém ổn định.



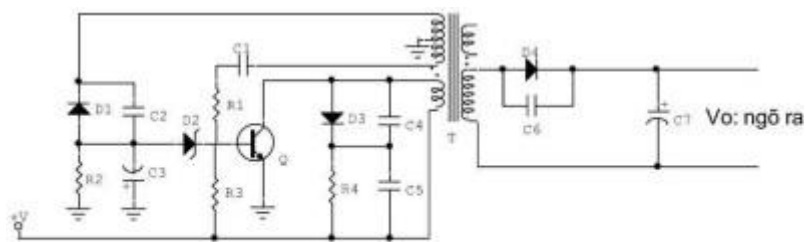
Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN có điện trở gánh dòng

Dòng điện cấp cho mạch là dòng cực C của tranzito nên khi dòng tải thay đổi dòng cực C thay đổi theo làm trong khi dòng cực B không thay đổi, nên mặc dù điện áp không thay đổi (trên thực tế sự thay đổi không đáng kể) nhưng dòng tải thay đổi làm chi tải làm việc không ổn định.

### 2.3.3. Ổn áp hồi tiếp.

Mạch ổn áp không tuyến tính có nhược điểm khó thiết kế nhưng có nhiều ưu điểm như: Có độ ổn định cao ngay cả khi nguồn ngoài thay đổi, tổn thất công suất thấp, không gây hư hỏng cho mạch điện khi ổn áp bị đánh thủng và có thể thiết kế được các mức điện áp và dòng điện theo ý muốn. Trong thực tế mạch

Ổn áp không tuyến tính cũng có nhiều dạng mạch khác nhau, trong đó mạch dùng tranzito và IC là thông dụng hiện nay. Chủ yếu là ổn áp kiểu xung dùng dao động nghệt. Mạch điện điển hình dùng tranzito có dạng mạch đơn giản như (hình 5.27)



Hình 5-27. Mạch ổn áp kiểu xung dùng dao động nghệt

Trong mạch Tranzito Q đóng vai trò là phần tử dao động đồng thời là phần tử ổn áp, T là biến dao động nghệt đồng thời là biến tạo nguồn thứ cấp cung cấp điện cho mạch điện hoặc thiết bị C1, R1 giữ vai trò là mạch hồi tiếp xung để duy trì dao động R4 làm nhiệm vụ phân cực ban đầu cho mạch hoạt động D3, R4, C4, C5 làm nhiệm vụ tạo áp chuẩn cho mạch ổn áp gọi là tham chiếu.

Hoạt động của mạch cũng tương tự như mạch ổn áp có điều chỉnh gồm hai giai đoạn.

Giai đoạn tạo nguồn: Được thực hiện như sau: Điện áp một chiều từ nguồn ngoài được tiếp tế đến cực C của Q qua cuộn sơ cấp của biến áp T, một phần được đưa đến cực B của tranzito qua điện trở phân cực R3 làm cho tranzito chuyển trạng thái từ không dẫn điện sang trạng thái dẫn điện sinh ra dòng điện chạy trên cuộn sơ cấp của biến áp T, dòng điện biến thiên này cảm ứng lên các cuộn thứ cấp hình thành xung hồi tiếp về cực B của Tranzito Q để duy trì dao động được gọi là dao động nghệt. Xung dao động nghệt lấy trên cuộn thứ cấp khác được nắn bởi diot D4 và lọc bởi tụ C7 hình thành nguồn một chiều thứ cấp cung cấp điện áp cho mạch điện lúc này điện áp ngõ ra chưa được ổn định.

Giai đoạn ổn áp: Được thực hiện bởi một nhánh thứ cấp khác nắn lọc xung để hình thành điện áp một chiều có giá trị âm nhờ D1, C3 đặt và cực B của tranzito Q qua diot zener D2 điều chỉnh điện áp phân cực của tranzito Q để ổn định điện áp ngõ ra. Giữ điện áp ngõ ra được ổn định.

Để hiểu rõ nguyên tắc ổn định điện áp của mạch, giả thuyết điện áp ngõ ra tăng đồng thời cũng làm cho điện áp âm được hình thành từ D1 và C3 cũng tăng làm cho điện áp tại anot của zenner D2 tăng kéo theo điện áp tại catot giảm làm giảm dòng phân cực cho Q ổn áp dẫn điện yếu điện áp ngõ ra giảm bù lại sự tăng ban đầu giữ ở mức ổn định. Hoạt động của mạch xảy ra ngược lại khi điện áp ngõ ra giảm làm cho điện áp âm tại Anod của D2 giảm làm cho điện áp tại catot nên tăng phân cực B cho tranzito Q do đó Q dẫn mạnh làm tăng điện áp ngõ ra bù lại sự giảm ban đầu điện áp ra ổn định.

Mạch điện Hình 5.27 chỉ được dùng cung cấp nguồn cho các mạch điện có dòng tiêu thụ nhỏ và sự biến động điện áp ngõ vào thấp. Trong các mạch cần

có đồng tiêu thụ lớn, tầm dòng sai rộng thì cấu trúc mạch điện phức tạp hơn, dùng nhiều linh kiện hơn, kể cả tranzito, các thành phần của hệ thống ổn áp hoàn chỉnh đầy đủ sẽ có: ổn áp, dò sai, tham chiếu, lấy mẫu và bảo vệ nếu hệ thống nguồn cần độ an toàn cao.

#### 2.4. Kiểm tra định kỳ

Câu 1: Hãy điền vào chỗ trống nội dung thích hợp với câu gợi ý dưới đây?

Hãy điền vào chỗ trống nội dung thích hợp

Mạch dao động đa hài không ổn là:.....

Trong mạch dao động đa hài không dùng hai tranzito có cùng thông số và cùng loại, các linh kiện quyết định tần số giao động là .....

Trong mạch dao động đa hài không ổn nguyên nhân tạo cho mạch dao động được là do.....

Ngoài các linh kiện R và C được đưa vào mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito hoặc người ta còn có thể dùng ..... để tạo tần số dao động ổn định và chính xác

Câu 2: Hãy làm bài tập dưới đây theo các số liệu đã cho

Cho một mạch điện có  $R_e = 4,7K$ ,  $C = 0,01 \mu F$ . Dùng tranzito C1815 ( $\beta = 100$ ) với nguồn cung cấp 12V. Hãy cho biết:

- a) Độ rộng xung của mạch
- b) Tần số của mạch

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Giáo trình linh kiện, mạch điện tử.
2. Sổ tay tra cứu linh kiện điện tử.
3. Sổ tay tra cứu tranzito Nhật Bản.
4. Các loại sổ tay tra cứu Kỹ thuật điện tử.